

N° d'ordre

58/72

THÈSES

présentées à la

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY

pour l'obtention du titre d'

INGÉNIEUR-DOCTEUR

par

Jean-Marie OBELLIANNE

Licencié ès-Sciences

Ingénieur-Géologue E.N.S.G.

Chargé de Mission à la Compagnie Française des Phosphates de l'Océanie

Première Thèse :

Contribution à la connaissance géologique de l'Archipel des Nouvelles-Hébrides (Iles Vaté, Pentecôte, Maéwo, Santo)

Deuxième Thèse :

Propositions données par la Faculté

Soutenues publiquement le 11 juin 1958, devant la Commission d'Examen

JURY :

MM. M. ROUBAULT, Président

J. BOLFA, Examineur

R. COPPENS, »

J. AVIAS, Membre invité

Extrait de

SCIENCES DE LA TERRE,

Tome VI (1958), n° 3-4, pages 139 à 368, 40 fig., 17 pl. h.-t., 4 cartes géol. h.-t.

NANCY, 1961

La rade de Port-Vila, avec l'îlot
Iririki, la ville et, en arrière-
plan, le Massif des Trois-Monts.





N° d'ordre
58/72

THÈSES

présentées à la
FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY
pour l'obtention du titre d'
INGÉNIEUR-DOCTEUR

par

Jean-Marie OBELLIANNE

*Licencié ès-Sciences
Ingénieur-Géologue E.N.S.G.
Chargé de Mission à la Compagnie Française des Phosphates de l'Océanie*

Première Thèse :

Contribution à la connaissance géologique de l'Archipel des Nouvelles - Hébrides (Iles Vaté, Pentecôte, Maéwo, Santo)

Deuxième Thèse :

Propositions données par la Faculté

Soutenues publiquement le 11 juin 1958, devant la Commission d'Examen

JURY :

MM. M. ROUBAULT, *Président*

J. BOLFA, *Examineur*

R. COPPENS, »

J. AVIAS, *Membre invité*

Extrait de
SCIENCES DE LA TERRE,
Tome VI (1958), n°s 3-4, pages 139 à 368, 40 fig., 17 pl. h.-t., 4 cartes géol. h.-t.
NANCY, 1961

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY



Doyen : M. URION

Assesseur : M. ECHEVIN

Doyens Honoraires : MM. HUSSON, CORNUBERT, DELSARTE

Professeurs Honoraires : MM. DARMOIS E., GUTTON, CROZE, DARMOIS G., RAYBAUD, FALLOT, LAFFITTE, LERAY, HUSSON, DONZELOT, JOLY, LAPORTE, EICHMANN, CAPELLE, GODEMENT, DUBREIL, SCHWARTZ, DIEUDONNÉ, DE MALLEMANN, LONGCHAMBON.

Maîtres de Conférences Honoraires : MM. RAUX, LIENHART.

Professeurs :

MM. CORNUBERT, Chimie organique
CHEVALLIER, Physique
URION, Chimie biologique
DELSARTE, Analyse supérieure
REMY, Zoologie
ROUBAULT, Géologie
X..., Chimie minérale
GUÉRIN, Chimie industrielle
X..., Chimie physique et électrochimique
VEILLET, Biologie animale
X..., Mathématiques appliquées
ECHEVIN, Botanique

MM. WAHL, Chimie organique industrielle
BARRIOL, Chimie théorique
X..., Physique appliquée
BIZETTE, Physique
GUILLIEN, Electronique
GIBERT, Génie chimique
HERVÉ, Calcul diff. et intégral
LEGRAS, Mécanique rationnelle
CHAPELLE, Physique
DAVID, Chimie biologique
BOLFA, Minéralogie
NICLAUSE, Chimie
FAIVRE, Physique appliquée

Maîtres de Conférences :

MM. WERNER, Botanique
AUBRY, Chimie
FRUHLING, Radiotechnique
GAYET, Physiologie
COMOLET, Mécanique physique
MANGENOT, Phytopathologie
LIONS, M. N. P.
GARNIER, Agronomie
BRUHAT, Mathématiques générales
COPPENS, Radiogéologie
DUVAL, Chimie
SADRAN, Géochimie

MM. CHAPON, Chimie biologique
HADNI, Physique
M^{me} ROIZEN, Physique
MM. HILLY, Géologie de la Lorraine
MALAPRADE, Chimie
RÉGNIER, Chimie minérale
LE GOFF, Génie chimique
KERN, Minéralogie
WEPPE, Minéralogie appliquée
BERNARD, Géologie
LERMUSIAUX, Physique appliquée
ARAGNOL, Mathématiques

Secrétaire : M. LAPOINTE

Contribution à la connaissance géologique
de l'Archipel des Nouvelles-Hébrides
(Iles Vaté, Pentecôte, Maéwo, Santo)



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555808_0037

CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE GÉOLOGIQUE DE L'ARCHIPEL DES NOUVELLES-HÉBRIDES

(Iles Vaté, Pentecôte, Maéwo, Santo)

par Jean-Marie OBELLIANNE ⁽¹⁾

TABLE DES MATIÈRES

RESUME	12	AVANT-PROPOS	15
SUMMARY - ZUSAMMENFASSUNG ...	13-14	INTRODUCTION	17

Première partie. — GENERALITES

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE	19	Terminologie des roches sédimentaires .	26
Situation et nomenclature des îles	19	Roches calcaires	26
Reliefs et côtes	20	Roches tufacées	26
Climat	22	Roches volcano-sédimentaires	26
Hydrographie	22	Terminologie des roches éruptives ...	26
Végétation et faune	22	Roches volcaniques	26
GÉOGRAPHIE HUMAINE	23	Roches grenues	27
GÉOGRAPHIE ÉCONOMIQUE	24	Formations	27
PRÉSENTATION DE L'OUVRAGE	25	Plan-type de l'étude d'une île	28
Terminologie utilisée	25	RÉSULTATS GÉOLOGIQUES ANTÉRIEURS	29
		Bibliographie	29

Deuxième partie. — ILE DE VATE

GÉNÉRALITÉS	33	Tufs argiloïdes bleutés stratifiés ...	43
Géographie physique	33	Tufs ponceux bruns stratifiés	43
Géographie humaine et économique	34	Tufs calcaires stratifiés	43
Divisions régionales	34	Roches sédimentaires	44
ETUDE PÉTROGRAPHIQUE	35	Calcaires détritiques à éléments vol-	
Roches volcaniques aériennes	35	caniques	44
Roches de coulées	36	Calcaires détritiques coralliens	44
Basalte à augite	36	Calcaires coralliens	45
Basalte à augite et olivine	38	Calcaires coralliens subactuels	45
Roches de dykes	38	Sables et cailloutis calcaires subac-	
Basalte à augite et olivine	38	tuels	45
Agglomérats, brèches et tufs	40	Sables ponceux gris	46
Agglomérats et brèches basaltiques		Récifs frangeants actuels	46
rubéfiés	40	Alluvions des rivières	46
Tufs basaltiques	40	Roches d'altération	46
Roches volcaniques sous-marines	40	DESCRIPTIONS RÉGIONALES	47
Tufs ponceux massifs andésitiques à		Région de Port-Vila - Erakor	47
hypersthène	40	Région de Mélé	47
Tufs ponceux andésitiques grossiers		Région de Tuku-Tuku	49
Tufs ponceux massifs andésitiques		Région de Port-Havannah	51
clairs	42	Plateau Erskine	51
Brèches ponceuses andésitiques	42	Flanc ouest du Mont Mac Donald	55
Roches volcano-sédimentaires	42	Plaine de la Marona	55
Tufs ponceux grossiers stratifiés ..	42	Plateau de Méten	55
Tufs ponceux fins stratifiés	42	Île Léléppa	57
Tufs argiloïdes clairs stratifiés	43	Île Mosso	57

(1) Mémoire présenté le 11 juin 1958 à la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur-Docteur.

Région d'Undine - Bay	57	Subactuel et Actuel	68
Massif du Mont Mac Donald	57	Pléistocène et Pliocène supérieur	
Plateaux de la rivière Harris	57	probables	68
Massif du Fatmalapa	57	Pliocène moyen probable	68
Plateaux calcaires et colline Coin ..	61	Cas particuliers	69
Plateformes littorales Harris, Malassa		Transgression des tufs andésitiques	
et Onéssua	61	ponceux fins sur les tufs andésiti-	
Région d'Ebuli - Ebao	61	ques ponceux massifs	69
Massif du Pic Pointu	61	Transgression des calcaires coralliens	
Plateaux	62	sur les tufs andésitiques ponceux	
Plateforme littorale	62	massifs	69
Région de Forari	62	Régression des calcaires coralliens	69
Partie sud du Pic Pointu	62	Autres cas particuliers	69
Plateaux	62		
Plateforme littorale	64	TECTONIQUE	70
Région d'Eouar - Eton	64	Faïlles	70
Région de Rentabao	64	Tremblements de terre	70
Région de Téuma	66	HISTOIRE GÉOLOGIQUE	72
STRATIGRAPHIE	66	Première période : Pliocène probable .	72
Chronologie probable de la sédimentation	66	Deuxième période : Fin du Pliocène et	
et du volcanisme		début du Pléistocène probables	73
Subactuel et Actuel	67	Troisième période : Milieu du Pléistocène	
Pléistocène et Pliocène supérieur		ne probable	73
probables	67	Quatrième période : Fin du Pléistocène	
Pliocène probable	68	probable	73
Succession dans le complexe volcanique		Dernière période : Subactuel et Actuel	75
du Fatmalapa	68		

Troisième partie. — ILE DE PENTECOTE

GÉNÉRALITÉS	77	Calcaires coralliens actuels	92
Géographie physique	77	Alluvions	92
Géographie humaine et économique	78	Alluvions anciennes	92
Divisions régionales	79	Alluvions récentes	92
ETUDE PÉTROGRAPHIQUE	80	Formations de bord de mer	93
Roches cristallines	80	Roches d'altération	93
Serpentines	80	DESCRIPTIONS RÉGIONALES	93
Péridotites serpentinisées	80	Partie nord de l'île	93
Gabbros	82	Partie sud de l'île	94
Gabbros à diallage	82	Zone nord	94
Gabbros à amphibole	83	Régions de Baravet et de Barmel ..	94
Norites	83	Rivière Lévalékao	94
Microgabbros	85	Creek « BL »	96
Diorites	86	Rivière Ringy	96
Roches volcaniques	86	Creek « BK »	96
Série andésitique ancienne	86	Creek « BJ »	97
Andésites à hornblende	86	Rivière Baravet	97
Andésites labradoriques	87	Creek « BG »	97
Agglomérats et brèches andésitiques .	87	Creek « BD »	99
Série basaltique récente	87	Régions de Wari et d'Olemba	99
Basaltes à plagioclase	87	Rivière Wari	100
Brèches basaltiques	90	Rivière La Creuse	100
Agglomérats basaltiques	90	Rivière Olemba	100
Tufs basaltiques	90	Rivière Truchy	102
Roches métamorphiques	90	Rivière Walo	103
Amphibolites	90	Conclusion à l'étude de la zone nord	103
Roches volcano-sédimentaires	90	Zone sud	105
Tufs andésitiques anciens de Lonororo	91	Région occidentale	105
Roches sédimentaires	91	Nord de la baie Homo	105
Roches calcaires	91	Rivière Wamiel	105
Calcaires blancs massifs de Mélsisi .	91	Rivière Warbot	105
Tuffeaux calcaires de Baravet	92	Zone côtière entre les rivières Warbot	
Calcaires récifaux de Lolong	92	et Sarop	107
Calcaires coralliens subactuels	92	Région orientale	107
		Nord de la baie Barrier	107
		Baie Barrier	107

Rivière Watchoum	107	Répartition chronologique des venues	
Rivière Soré à Pointe de la Chouette	108	éruptives	110
<i>Conclusion à l'étude de la zone sud</i>	108	Formation volcanique basaltique	110
STRATIGRAPHIE	108	Formations volcaniques andésitiques ..	111
Succession stratigraphique des roches		Formation des roches grenues	111
sédimentaires	108	TECTONIQUE	113
Formations actuelles	108	HISTOIRE GÉOLOGIQUE	114
Formations subactuelles (Quaternaire) ..	110	Première période : Anté-Miocène proba-	
Calcaires récifaux de Loltong (Plio- cène probable)	110	ble	114
Calcaires compacts de Mélsisi (Mio- cène probable)	110	Deuxième période : Miocène probable .	114
Tufs andésitiques de Lonororo (Anté- Miocène probable)	110	Troisième période : Pliocène probable .	114
		Dernière période : Quaternaire	115

Quatrième partie. — ILE DE MAEWO

GÉNÉRALITÉS	117	Région sud	137
Géographie physique	117	Secteur de Nagoro et Secteur Dou-	
Géographie humaine et économique	118	teurs	137
Divisions régionales	119	Secteur Profond	139
ETUDE PÉTROGRAPHIQUE	120	Secteur de Fanpatéi	139
Roches volcaniques	120	Conclusion à l'étude régionale	140
Basaltes à plagioclase	121	STRATIGRAPHIE	140
Basaltes à augite et olivine	123	Succession stratigraphique des roches	
Basaltes aphyriques bulleux	126	sédimentaires	140
Brèches basaltiques	127	Formations actuelles	140
Agglomérats basaltiques	127	Formations subactuelles	140
Tufs basaltiques jaunes	127	Calcaires coralliens de Lakaréré	
Roches volcano-sédimentaires	128	(Pléistocène probable)	141
Tufs andésitiques anciens de Talisé .	128	Tuffeaux calcaires de Bétarara (fin du	
Tufs basaltiques de Cinémak	128	Tertiaire et début du Quaternaire	
Roches sédimentaires	129	probables	141
Roches calcaires	129	Tufs basaltiques stratifiés de Cinémak	
Calcaires blancs massifs de Navinféné	129	(Pliocène probable)	142
Calcaires tufacés de Nasawa	129	Calcaires blancs massifs de Navinféné	
Calcaires coralliens de Lakaréré	130	(Miocène probable)	142
Calcaires coralliens subactuels	130	Tufs andésitiques stratifiés de Talisé	
Calcaires coralliens actuels	130	(Anté-Miocène probable)	142
Roches tufacées	130	Répartition chronologique des venues	
Tuffeaux calcaires à éléments volca-		éruptives	142
niques de Bétarara	130	Basaltes aphyriques bulleux	142
Roches d'altération	131	Basaltes à augite et olivine	142
Alluvions	131	Basaltes à plagioclase	143
DESCRIPTIONS RÉGIONALES	132	TECTONIQUE	143
Région nord	132	HISTOIRE GÉOLOGIQUE	144
Secteur de Matuhulata	132	Première période : Anté-Miocène proba-	
Secteur de Lakaréré	133	ble	144
Secteur de Bétarara	134	Deuxième période : Miocène probable .	144
Région centrale	134	Troisième période : Pliocène probable .	144
Secteur de Navinféné	135	Quatrième période : Pléistocène proba-	
Secteur de Narovorovo	136	ble	145
Secteur de Nasawa	137	Dernière période : Subactuel et Actuel .	145

Cinquième partie. — ILE DE SANTO

GÉNÉRALITÉS	147	Andésites à hypersthène et hornblen-	
Géographie physique	147	de verte	152
Géographie humaine et économique	149	Brèches andésitiques	158
Divisions régionales	150	Roches grenues de Palounaky	158
ETUDE PÉTROGRAPHIQUE	151	Faciès suboriginel : diorites	159
Formations volcaniques de Napérol	152	Faciès de bordure : gabbros	160
		Faciès filoniens : diorites	161

Conclusion à l'étude des roches grenues	161	<i>Bouttonnière du Mont Woulouméré.</i>	192
Roches de contact de Napataura	162	Rivière Navaka	192
Faciès microgrenus : microgabbros	163	Rivière Wailapa	195
Transformation des andésites à amphibole	163	Rivière Laampe	195
Transformation des calcaires	164	Rivière Jourdain	196
Faciès microlitiques : cornes vertes	166	Rivière Vatépoussa	198
Transformation des andésites à amphibole	166	<i>Confins SW du Massif du Pic Santo</i>	198
Transformation des calcaires	167	Rivière Boubho	199
Faciès externes	168	Rivière Nub-Hill	201
Conclusion à l'étude des roches de contact	169	<i>Confins S et SE de la Bouttonnière</i>	201
Formations volcaniques de Bayalo	170	Rivière Bayalo	201
Laves	170	Région du Cap-Cumberland	202
Andésites labradoriques	170	Rivière Ovara	204
Basaltes à plagioclase	173	Rivière Pialapa	205
Brèches	176	Rivière Piaméou	205
Agglomérats et tufs	177	Rivière Piaméta	207
Formations volcano-sédimentaires tertiaires	178	Rivière Piatmasina	207
Formation de Navaka : tufs verts	178	Conclusion	207
Formation de Tasériki : tufs andésitiques gris	179	STRATIGRAPHIE	207
Formation de Wailapa : tufs andésitiques	180	Succession stratigraphique des roches sédimentaires	208
Roches sédimentaires tertiaires et quaternaires	181	Actuel	208
Formation de Matai	181	Subactuel	208
Formation de Pialapa	183	Pléistocène probable	208
Formation de Papatai	183	Pliocène probable	210
Formation de Luganville	183	Miocène	210
Roches d'altération	184	Anté-Miocène probable	210
Alluvions	184	Répartition chronologique des venues éruptives	210
DESCRIPTIONS RÉGIONALES	186	Formations volcaniques de Bayalo	210
Partie est de l'île	186	Formations volcaniques de Napérol	211
Région du Canal	186	Roches grenues de Paounaky	211
Région du Cap-Queiroz	186	TECTONIQUE	211
Plateaux du Cap-Queiroz et de Walraoul	186	HISTOIRE GÉOLOGIQUE	212
Plateau de Zingora	187	Première période : Oligocène probable	213
Plateau de Bouinas	187	Deuxième période : Miocène	213
Haute vallée de la rivière Sarakata	187	Troisième période : Pliocène inférieur et moyen probable	213
Partie ouest de l'île	192	Quatrième période : Pliocène inférieur et Pléistocène inférieur et moyen probables	213
Région de la Navaka	192	Cinquième période : Pléistocène supérieur probable	214
		Dernière période : Subactuel et Actuel	214
Sixième partie. — CONCLUSIONS GÉNÉRALES			
Pétrographie des roches cristallines	217	Pliocène et Pliocène probable	225
Nature des roches cristallines	217	Miocène et Miocène probable	226
Roches volcaniques	217	Période anté-miocène (Oligocène probable)	226
Roches grenues intrusives	219	Répartition chronologique des venues éruptives	226
Répartition géographique	220	Manifestations volcaniques actuelles	227
Arc frontal	220	Série volcanique du Quaternaire	227
Arc interne	221	Série volcanique du Tertiaire supérieur	228
Pétrographie des roches sédimentaires	221	Roches grenues intrusives du Néogène	229
Nature des roches sédimentaires	221	Série volcanique ancienne	230
Roches calcaires	221	Orogénie et tectonique	230
Roches tufacées	222	Comparaison entre les îles Salomon et les Nouvelles-Hébrides	232
Tufs volcano-sédimentaires	223	Îles Santo et Guadalcanal (arc interne)	232
Succession stratigraphique et répartition géographique des roches sédimentaires	224	Îles Pentecôte et Santa Ysabel (arc frontal)	233
Période actuelle	224		
Période subactuelle	225		
Pléistocène et Pléistocène probable	225		

ILLUSTRATIONS

Fig.	1. — Carte géographique générale de l'Océanie (Echelle : 1/100.000.000°)	20
	2. — Carte géographique des Nouvelles-Hébrides (Echelle : 1/4.000.000°)	21
	3. — Carte géologique de la région de Mélé (Ile de Vaté) (Echelle : 1/80.000°)	48
	4. — Carte géologique de la région de Tuku-Tuku (Ile de Vaté) (Echelle : 1/80.000°)	50
	5. — Carte géologique de la région du Mont Erskine (Ile de Vaté) (Echelle : 1/65.000°)	51
	6. — Coupes géologiques du Plateau Erskine (Ile de Vaté)	52
	7. — Coupe géologique schématique du rebord du Plateau Erskine (Ile de Vaté)	53
	8. — Coupe géologique schématique de la vallée du Creek « AJ » (Ile de Vaté)	54
	9. — Carte géologique du Plateau de Méten (Ile de Vaté) (Echelle : 1/80.000°)	55
	10. — Coupes géologiques du Plateau de Méten (Ile de Vaté)	56
	11. — Profils géologiques schématiques des vallées de la région d'Undine Bay (Ile de Vaté)	58
	12. — Carte géologique schématique du Massif du Fatmalapa (Ile de Vaté) (Echelle : 1/40.000°)	59
	13. — Coupes géologiques schématiques dans le Massif de l'île de Vaté	60
	14. — Coupes géologiques schématiques dans la région de Forari (Ile de Vaté)	63
	15. — Carte géologique de la zone située aux confins des régions de Téuma, de Rentabao, d'Eton et de Forari (Ile de Vaté) (Echelle : 1/80.000°)	65
	16. — Coupes géologiques schématiques dans les régions de Téuma et de la Rentabao (Ile de Vaté)	66
	17. — Ebauche de la succession stratigraphique de l'île Vaté	67
	18. — Coupe géologique schématique W-E de l'île de Pentecôte dans la partie nord, au droit de Mélsisi	93
	19. — Coupes géologiques schématiques dans la région de Baravet (Ile de Pentecôte)	95
	20. — Coupes géologiques schématiques de la région de Barmel (Ile de Pentecôte)	98
	21. — Coupes géologiques schématiques dans la région Olemba (Ile de Pentecôte)	101
	22. — Coupes géologiques schématiques W-E de l'île de Pentecôte dans la partie sud	104
	23. — Coupes géologiques schématiques des régions Homo et Barrier (Ile de Pentecôte)	106
	24. — Ebauche de la succession stratigraphique et répartition chronologique des venues éruptives de l'île de Pentecôte	112
	25. — Coupes géologiques schématiques E-W dans la région nord de l'île de Maéwo	133
	26. — Coupes géologiques schématiques E-W dans la région centrale de l'île de Maéwo	136
	27. — Coupes géologiques schématiques dans la région sud de l'île de Maéwo	138
	28. — Coupe géologique schématique N-S de l'île de Maéwo	139
	29. — Ebauche de la succession stratigraphique et répartition chronologique des venues éruptives de l'île de Maéwo	141
	30. — Coupes géologiques schématiques de la région du Cap-Queiroz et du Canal (Partie est de l'île de Santo)	190
	31. — Carte géologique schématique de la Boutonnière du Mont Woulouméré (Ile de Santo) (Echelle : 1/80.000°)	191
	32 à 25. — Coupes géologiques schématiques dans la région de la Navaka (Partie ouest de l'île de Santo)	193 à 199
	36. — Carte géologique schématique de la région de la Navaka (Partie sud de l'île Santo) (Echelle : 1/40.000°)	200
	37. — Coupe géologique schématique de la rivière Bayalo (Partie ouest de l'île de Santo)	202
	38. — Carte géologique schématique de la région du Cap-Cumberland (Côte est de l'île de Santo) (Echelle : 1/150.000°)	203
	39. — Coupes géologiques schématiques W-E de la région du Cap-Cumberland (Côte est de l'île de Santo)	206
	40. — Ebauche de la succession stratigraphique et de la répartition chronologique des venues éruptives dans l'île de Santo	209
Pl.	I. — Microphotographies de roches basaltiques de l'île de Vaté	En face de 36
	II. — Microphotographies de roches andésitiques de l'île de Vaté	En face de 37
	III. — Photographie aérienne de la région de Port-Havannah (Ile de Vaté)	En face de 52
	IV. — Photographie aérienne de la région de la colline Coin (Ile de Vaté)	En face de 53
	V. — Photographie aérienne de la région est de l'île de Vaté	En face de 68
	VI. — Photographie de la basse vallée de la rivière Téuma (Ile de Vaté)	En face de 69

Pl. VII. — Microphotographies de serpentines et gabbros de l'île de Pentecôte	<i>En face de</i>	84
VIII. — Microphotographies de roches gabbroïques et basaltiques de l'île de Pentecôte.	<i>En face de</i>	85
IX. — Photographie aérienne du plateau situé en arrière de Mélisi (Île de Pentecôte).	<i>En face de</i>	100
X. — Photographies aériennes et cartes géologiques correspondantes de la région de Barmel (Île de Pentecôte)	<i>En face de</i>	101 et 101
XI et XII. — Microphotographies de roches basaltiques de l'île de Maéwo	<i>En face de</i>	124 et 125
XIII. — Microphotographies de roches andésitiques et dioritiques de l'île de Santo ...	<i>En face de</i>	156
XIV. — Microphotographies de diorites, microgabbros et andésites de l'île de Santo ..	<i>En face de</i>	157
XV. — Microphotographies de roches andésitiques et basaltiques de l'île de Santo...	<i>En face de</i>	172
XVI. — Photographies aériennes de la région du Canal du Second et du massif du Pic Santo, et croquis interprétatifs (Île de Santo)	<i>En face de</i>	188 et 188
XVII. — Photographies aériennes du secteur de Port-Olry et du fond de la baie de Saint-Philippe et de Saint-Jacques, et croquis interprétatifs (Île de Santo)	<i>En face de</i>	189 et 189

EN POCHETTE HORS-TEXTE

- Pl. A. — Carte géologique de l'île Vaté au 1/100 000°.
 B. — Carte géologique de l'île Pentecôte au 1/100 000°.
 C. — Carte géologique de l'île Maéwo au 1/100 000°.
 D. — Carte géologique de l'île Santo au 1/200 000°.

RÉSUMÉ

L'ouvrage présenté ici est le fruit de deux années de levés géologiques de reconnaissance dans l'archipel des Nouvelles-Hébrides, plus particulièrement dans les îles Vaté, Pentecôte, Maéwo et Santo. A côté des cartes géologiques de reconnaissance et des cartes géologiques détaillées, qui sont les premières cartes pour ces îles, ce travail apporte une étude pétrographique systématique des roches rencontrées, principalement volcaniques, mais aussi sédimentaires.

La *Première partie* de ce mémoire est consacrée à une étude géographique et économique rapide de l'Archipel, caractérisé par la chaleur et l'humidité, l'abondance des pluies et les caractères particuliers des habitants de race mélanésienne.

La *Deuxième partie* traite de l'étude géologique de l'île de Vaté. Avec une superficie de 900 kilomètres carrés, elle est constituée par un ensemble volcanique et sédimentaire d'âge tertiaire et quaternaire. J'ai rassemblé dans un premier chapitre les données pétrographiques et chimiques essentielles relatives aux roches volcaniques et aux faciès principaux des roches sédimentaires. Les caractères structuraux et tectoniques sont consignés dans un deuxième chapitre où les observations de terrain sont décrites au cours d'une étude régionale détaillée. J'ai dégagé ensuite des conclusions concernant la stratigraphie, la tectonique et l'histoire géologique de Vaté, qui a été sujette à des mouvements de subsidence et d'exhaussement à la fin de l'ère tertiaire et au cours de l'ère quaternaire.

La *Troisième partie* est consacrée à l'étude géologique de l'île de Pentecôte. Longue et étroite (440 km²), elle se distingue des autres par la présence d'un massif de roches grenues ultra-basiques et basiques, surtout recouvert par des calcaires compacts. Les serpentines, périclites et gabbros forment l'essentiel des roches grenues et les roches volcaniques sont représentées par des basaltes à plagioclase à structure en oreillers. De nombreuses observations décrites au cours de l'étude géologique et structurale du massif de roches grenues montrent que ce dernier est constitué par des serpentines le long des fractures, des périclites (harzburgites) en partie serpentinisées au centre, et des gabbros, norites et microgabbros en bordure vers le Sud. L'île correspond à un horst d'exhaussement le long de fractures N-S dans lesquelles se sont infiltrés des épanchements de basaltes à structure en oreillers.

Dans la *Quatrième partie* est étudiée la géologie de l'île de Maéwo. Avec 280 kilomètres carrés, elle ressemble beaucoup à Pentecôte, mais ne comporte pas de massifs de roches grenues. Les roches volcaniques basaltiques ont un grand développement, surtout dans la partie sud. Un paragraphe important est consacré à l'étude lithologique des roches sédimentaires : calcaires compacts, calcaires coralliens, tuffeaux calcaires et tufs volcaniques stratifiés. Les études régionales et structurales permettent d'affirmer que Maéwo correspond comme Pentecôte à un horst d'exhaussement le long de fractures N-S.

La *Cinquième partie* est consacrée à l'étude géologique de l'île de Santo. Avec plus de 3.500 kilomètres carrés, Santo est la plus grande île de l'Archipel. Elle se distingue par la présence d'un massif intrusif de roches grenues à caractère acide (granodiorites et diorites), entouré par une auréole de métamorphisme de contact affectant les roches volcaniques, volcano-sédimentaires et sédimentaires traversées. Dans un premier chapitre, je décris les caractères lithologiques et pétrographiques des différentes formations : tufs verts de Navaka, roches volcaniques andésitiques de Napérol, tufs andésitiques stratifiés de Tasérikî, calcaires à Foraminifères de Mataï, diorites et gabbros de Patounaky, microgabbros et cornes vertes de Napataura, roches volcaniques andésitiques et basaltiques de Bayalo avec les tufs andésitiques stratifiés de Wailapa, tuffeaux calcaires de Pialapa, calcaires coralliens de Papataï et formations coralliennes de Luganville. Le chapitre suivant est consacré à l'étude géologique et structurale de la boutonnière du Mont Woulouméré ouverte dans l'anticlinorium du pic Santo (partie SW de l'île) où se trouve le massif intrusif. Un dernier chapitre donne les conclusions concernant la stratigraphie, la tectonique et l'histoire géologique de cette grande île. Trois grandes périodes géologiques caractérisées par une succession de faciès lithologiques marquent trois cycles orogéniques identiques : subsidence et transgression des roches sédimentaires, plissement, intrusion des roches grenues, exhaussement et volcanisme intense. Le premier cycle se terminerait à la fin de l'Oligocène (formations de Navaka et Napérol), le deuxième au Pliocène (formations de Tasérikî, Mataï, Patounaky, Napataura, Wailapa et Bayalo) et le troisième au Quaternaire (formations de Pialapa, Papataï et Luganville).

Comme conclusion à l'étude géologique des îles Vaté, Pentecôte, Maéwo et Santo, j'expose, dans une *Sixième partie*, à la lumière des observations géologiques et pétrographiques et grâce à la connaissance des travaux réalisés antérieurement dans cette zone de l'Océanie, une hypothèse sur la répartition géographique des différentes roches cristallines et sédimentaires le long d'arcs de plissements ou d'exhaussements, correspondant à une orogénie complexe en relation avec la situation des arcs insulaires par rapport à la « ligne andésitique » qui sépare le domaine océanique pacifique du domaine continental circumpacifique (ceinture de feu du Pacifique) :

— L'arc frontal, le plus proche de la « ligne andésitique » comporte des roches cristallines ultra-basiques et basiques et des roches sédimentaires appartenant aux deuxièmes et troisièmes cycles orogéniques de la fin du Tertiaire et du Quaternaire (Îles Maéwo, Pentecôte et Vaté).

— L'arc interne, en arrière vers l'Ouest de la « ligne andésitique », compte des roches acides et basiques et des roches sédimentaires des trois cycles orogéniques mis en évidence au cours de l'étude géologique de Santo (Îles Santo, Mallicolo et Vaté). Les arcs insulaires et leurs caractères lithologiques se retrouvent à peu près identiques dans les îles Salomon, qui se situent également à l'Ouest de la « ligne andésitique ».

SUMMARY

The writer worked during two years on the geological surveying on the New Hebrides Islands. He describes in details the geology of Vate, Pantecost, Maewo and Santo Islands.

Systematical petrographical studies are given for each island, mainly for volcanic and sedimentary rocks, together with their geographical distribution, their probable stratigraphy and their geological maps. The existence of batholiths of intrusive rocks is confirmed at Santo and Pantecost Islands.

The described islands are distributed along an island-line with different geological histories which are in function with their position in report with the andesitic line of A. Lacroix.

There exist a great analogy between the New Hebrides Islands and the Salomon Islands which lie near the andesitic line.

ZUSAMMENFASSUNG

Autor berichtet über die Ergebnisse seiner geologischen Studien im Archipel der Neuen Hebriden. Eingehend behandelt werden in geologischer und petrographischer Hinsicht die Inseln Vaté, Pentecôte, Maéwo und Santo, von denen eine geologische Kartierung vorgelegt wird. Die Inseln bestehen hauptsächlich aus vulkanischen Gesteinen, doch kommen auch Sedimente vor, deren Auftreten und zeitliche Stellung untersucht wird. Bestätigt wird die Tatsache, dass Massive von Kristallinen Gesteinen auf den Inseln Santo und Pentecôte vorkommen. Die untersuchten Inseln gehören zum Inselbogen der Neuen Hebriden; je nach Ihrer Stellung zur «Andesit-Linie» (A. Lacroix) ist ihre geologische Entwicklung in zeitlicher Hinsicht verschieden gewesen. Eine grosse Ähnlichkeit besteht in geologischer Hinsicht zwischen den Neu-Hebriden und den Salomon-Inseln, die gleichfalls nahe der «Andesit-Linie» liegen.

AVANT-PROPOS

Le travail, que je présente ici, constitue la première mise au point sur les résultats des études de terrain que j'ai effectuées, au cours des années 1954 à 1957, comme chargé de Mission de la Compagnie Française des Phosphates de l'Océanie aux Nouvelles-Hébrides et des études de laboratoire poursuivies en France à l'Ecole Nationale Supérieure de Géologie Appliquée et de Prospection Minière de Nancy.

Je dois, avant tout, remercier ceux qui m'ont permis de réaliser une mission de recherches dans cette contrée peu connue : M. E. Lenhardt, Ingénieur Général du Corps des Mines, Président-Administrateur délégué de la Compagnie Française des Phosphates de l'Océanie, et M. M. Lamotte d'Incamps, Directeur-Général Adjoint. Mais au début de ce travail, je tiens à jeter un regard en arrière et adresser mes remerciements à mon Père. C'est à lui que je dois mon instruction et mon goût pour la Géologie. Mon Maître, M. le Professeur Roubaud a su, par la suite, développer en moi le penchant pour cette science objective pleine d'avenir. C'est grâce à la confiance qu'il a bien voulu m'accorder que j'ai pu poursuivre avec succès les différentes étapes de mon instruction géologique. Je tiens à le remercier chaleureusement et à l'assurer de ma plus sincère reconnaissance.

En octobre 1954, j'ai pris contact avec les Nouvelles-Hébrides en débarquant à Port-Vila, Centre administratif. Je ne saurais assez remercier tous ceux qui m'aidèrent dans mon travail : M. P. Mathivet, Délégué de la Compagnie Française des Phosphates de l'Océanie ; M. P. Anthonioz, Commissaire-Résident de France auprès du Condominium des Nouvelles-Hébrides, MM. Jouve, Tramier, Coquilhat et Massoulard, Chanceliers et Délégués ; MM. Callot et Gall, Chefs du Service des Mines de la Nouvelle-Calédonie ; M. Priam, Chef du Service des Mines du Condominium, M. Saunal, Directeur du Bureau Minier de la France d'Outre-Mer en Nouvelle-Calédonie, MM. Arnould et Koch, Géologues du Service des Mines de la Nouvelle-Calédonie ; mon collègue P. Dion, Géologue, qui est venu m'aider dans mon travail dans le courant de l'année 1956 ; MM. Delacroix, Marty et Winkler, Prospecteurs, qui ont su toujours m'accorder le maximum de leur confiance au cours des expéditions difficiles au cœur de la « brousse tropicale » des Nouvelles-Hébrides ; M. T. Low, Armateur et Navigateur ; M. Gray, Pasteur à Onessua (Ile Vaté) ; MM. Rossi, Hôteliers à Port-Vila et à Santo ; M. Thévenin, Planteur à Pentecôte ; M. Ali, Planteur à Vaté et tous les Indigènes et Boys, comme le Grand Chef Mol Valvy à Santo, les « Man Tanna » et « Futuna », etc... A tous ceux-là et à bien d'autres que je voudrais pouvoir citer ici, va aujourd'hui mon souvenir reconnaissant.

Dans le courant de l'année 1957, j'ai rejoint l'Ecole Nationale de Géologie de Nancy (E.N.S.G.), et j'ai entrepris les études de laboratoire et la rédaction de cet important travail que mon Maître, M. le Professeur Roubaud, a bien voulu accueillir dans la revue « Sciences de la Terre ». Je ne saurais oublier les conseils et les avis qui m'ont été donnés par M. J. Avias, Professeur à la Faculté des Sciences de Mont-

pellier, qui a accepté d'être le rapporteur de ce gros travail, par M. Hilly, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, et par mon camarade de promotion, M. Sadran, Maître de conférences. Mon souvenir reconnaissant ira également à M. Bristiel, Secrétaire Général de l'E.N.S.G., à mon camarade de promotion, M. H. de la Roche, Sous-Directeur du Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques (C.R.P.G.) de Nancy, au Laboratoire d'analyses de roches du C.R.P.G., au Photographe, M. Bauer, au Spécialiste de la confection des lames minces, M. Dinot et à M. Cuny, Chef du Service intérieur à l'E.N.S.G.

Enfin, que tous ceux qui m'ont apporté leur concours pour ce travail reçoivent ici l'assurance de ma plus sincère reconnaissance. Je pense, en particulier, à l'Institut Géographique National qui m'a généreusement autorisé à publier un certain nombre de photographies aériennes concernant les Iles Vaté, Pentecôte et Santo de l'Archipel des Nouvelles-Hébrides, et à M. Vincienne, du Laboratoire de Géologie de l'Ecole des Mines de Paris, qui m'a considérablement aidé au cours de mes reconnaissances sur le terrain en voulant bien étudier les échantillons que je lui ai fait parvenir au cours des années 1955 et 1956.

J.-M. O., mai 1958.

INTRODUCTION

La mission que j'ai entreprise aux Nouvelles-Hébrides pour le compte de la Compagnie Française des Phosphates de l'Océanie avait pour but essentiel la recherche d'une minéralisation économiquement intéressante et l'objectif primordial a été le levé géologique et minier d'une région couvrant environ 4.000 kilomètres carrés. Les difficultés rencontrées à la réalisation d'une telle mission dans un pays neuf ont été grandes et variées.

— Les différentes îles étudiées n'ont, jusqu'à ces temps derniers fait l'objet d'aucun levé topographique systématique. Il n'y avait donc pas de cartes précises à l'exception des fonds hydrographiques, des plans cadastraux concernant les régions habitées, des levés localisés du Service Topographique du Condominium des Nouvelles-Hébrides et des cartes marines à des échelles variables donnant uniquement le contour des côtes et les détails topographiques des différents mouillages de l'Archipel. Les photographies aériennes de l'armée américaine ont été très utiles, mais elles ne couvrent pas toutes les surfaces étudiées géologiquement.

— L'étude géologique des Nouvelles-Hébrides restait entièrement à faire. Il n'y avait pas d'échelle stratigraphique bien établie. Seuls les travaux de D. Mawson et F. Chapman en 1905, E. Aubert de la Rüe, A. Lacroix et R. Abrard entre 1935 et 1946 apportaient des données géologiques primordiales sur la nature des roches volcaniques et sur l'âge des formations sédimentaires.

— Le climat, la « brousse tropicale » et les difficultés de transport d'un point à un autre, rendent les recherches géologiques particulièrement délicates : pas de route, souvent pas de piste, peu ou pas d'habitants, des pluies journalières ou presque et aucune nourriture à l'intérieur des îles.

— Les affleurements intéressants ne se rencontrent que dans le fond des vallées ; les plateaux et les lignes de crêtes sont toujours recouverts par une grande épaisseur de terre d'altération et par une brousse inextricable interdisant toute progression.

— En général, les îles ne sont habitées que sur le pourtour, près du bord de mer et toute pénétration à l'intérieur est fonction du nombre de travailleurs que l'on peut embaucher sur place pour le débroussage de la piste, le transport du matériel de campement, toujours important à cause de la pluie, et le transport du ravitaillement. Au cours des deux années passées à parcourir la brousse, j'ai toujours eu de très grandes difficultés à trouver du personnel : l'indigène répugne à travailler et surtout à porter ; le plus souvent, l'équipe a été réduite au strict minimum (deux ou trois hommes seulement).

Par suite de ces contingences :

1° L'échantillonnage sur le terrain a été rendu très imparfait : la mission ayant pour but la reconnaissance de la minéralisation, il a fallu, le plus souvent, abandonner

les échantillons de roches sédimentaires pour ne transporter que les minerais. Les roches cristallines, plus fréquentes, ont pu être échantillonnées avec plus de succès grâce aux nombreux galets que l'on trouve dans les alluvions au voisinage des bords de mer, eux plus accessibles. Au cours de cet ouvrage, je note scrupuleusement l'origine des échantillons de manière à éviter toute ambiguïté et toute erreur géologique. A la suite de cet échantillonnage défectueux pour les roches sédimentaires, je n'ai pu déterminer au laboratoire l'âge de certaines formations et j'ai eu recours aux travaux effectués antérieurement par D. Mawson, F. Chapman, E. Aubert de la Rüe et R. Abrard sur des formations sédimentaires des Iles Vaté, Mallicolo, Epi, Santo et Erromango.

2° Les levés géologiques n'ont été réellement effectués que dans le fond des vallées et sur les croquis topographiques publiés dans cet ouvrage, certains contours ont dû être tracés par interpolation en tenant compte du relief souvent intense.

En France, un gros travail a été effectué, à savoir :

— L'étude pétrographique des différentes formations reconnues sur le terrain : lames minces, analyses chimiques et calcul des paramètres C. I. P. W.-Lacroix.

— La mise au point des schémas géologiques : cartes et coupes. La cartographie définitive doit attendre la publication des travaux de l'Institut Géographique National.

— La rédaction du texte que je me suis efforcé de réduire dans la mesure du possible, les figurations graphiques, cartes et coupes géologiques, permettant une représentation objective des principaux faits géologiques.

N.B. : Par suite du caractère confidentiel de ma mission aux Nouvelles-Hébrides, je ne puis dans cet ouvrage traiter la question des minéralisations. Etant donné le but de mon séjour, j'ai étudié les minerais rencontrés avec beaucoup de détails. J'ai, d'ailleurs, été considérablement aidé par M. Vincienne, de l'Ecole des Mines de Paris, pour l'étude métallogénique et par les laboratoires P. Dubois, à Paris, pour les analyses chimiques. Ces minéralisations feront l'objet d'une publication ultérieure, quand la législation minière sera définitivement mise au point pour le Condominium des Nouvelles-Hébrides.

PREMIÈRE PARTIE

GÉNÉRALITÉS

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE

SITUATION ET NOMENCLATURE DES ILES

Les Nouvelles-Hébrides sont situées dans la partie ouest de l'Océan Pacifique Sud, au Nord de la Nouvelle-Calédonie et à l'Ouest des Iles Fidji (fig. 1). Elles sont comprises entre les 166° et 171° degrés de longitude Est de Greenwich et les 13° et 21° degrés de latitude Sud (fig. 2).

La direction générale de l'alignement est approximativement NNW - SSE, l'archipel principal prenant la forme d'un Y dont les îles du Sud forment la queue. 900 kilomètres environ séparent les îles extrêmes : Hiu au Nord et Anatom au Sud.

La superficie de l'ensemble est voisine de 12.000 kilomètres carrés avec à peu près quatre-vingts îles et îlots se répartissant comme suit en allant du Nord au Sud :

— *L'Archipel des Torrès* couvrant une surface de 98 kilomètres carrés avec quatre îles : Hiu (43 km²), Téguan (27 km²), Lo (13 km²) et Toga (16 km²).

— *L'Archipel des Banks* avec une superficie de 722 kilomètres carrés répartie sur deux îles principales : Vanua Lava (310 km²) et Gaua ou Lacona ou Santa Maria (338 km²), et quatre îles plus petites : Uréparapara (36 km²), Valua (24 km²), Mota (10 km²) et Méralaba (4 km²).

— Les *Nouvelles-Hébrides* proprement dites divisées en quatre groupes :

Les îles du Nord avec une surface de 4 630 kilomètres carrés répartis entre Espéritu Santo ou Santo, la plus grande de l'ensemble avec 3 677 kilomètres carrés, Maéwo ou Aurora (279 km²), Aoba (388 km²) et une série d'îles et îlots entourant la « Grande Terre » de Santo : Aoré (58 km²) Malo (180 km²), Tutuba (14 km²), Sakao (7 km²) et d'autres encore (26 km²).

Les îles du Centre-Nord couvrant une superficie de 3 650 kilomètres carrés répartis entre quatre îles importantes : Mallicolo ou Malékula (2 024 km²), Ambrym (665 km²), Pentecôte (439 km²) et Epi (444 km²), une série d'îles et îlots autour de Mallicolo et Epi entre autres : Paama (33 km²) et Lopévi (30 km²).

Les îles du Centre-Sud avec une surface émergée de 1 065 kilomètres carrés. Elles comprennent : les îles Shépherd avec Tongoa (42 km²) et Tangariki (6 km²) ; les îles Maé (32 km²), Makura

et Mataso ; l'île Vaté ou Efaté (915 km²) avec autour Léléppa (8 km²), Mosso (25 km²), Gnuna (25 km²) et Mau (8 km²).

Les îles du Sud avec 1 698 km² répartis entre : Erromango (970 km²), Tanna (550 km²), Aniwa (20 km²), Futuna (13 km²) et Anatom ou Aneitium (145 km²).

Groupé administrativement avec les Nouvelles-Hébrides, il existe à plus de 22° de latitude Sud un petit îlot isolé et inhabité : l'îlot Mathew avec seulement quelques kilomètres carrés.

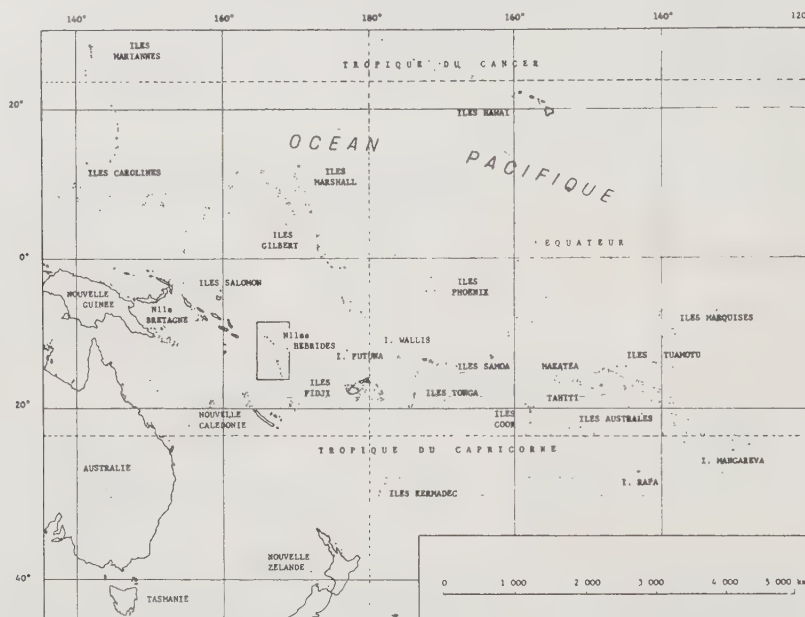


FIG. 1. — Carte géographique générale de l'Océanie (Echelle : 1/100.000.000°).

RELIEF ET COTES

Le relief de toutes ces îles est très tourmenté et, le plus souvent, la montagne tombe directement dans la mer. Une exception doit être faite pour les grandes îles Santo, Mallicolo et Vaté, où les plateformes littorales sont importantes. En général, les montagnes culminent autour de 1.000 mètres d'altitude et elles ne les dépassent que dans les îles Santo (avec le Tabwemasana, 1.877 m, point culminant des Nouvelles-Hébrides), Ambrym, Lopévi et Aoba. Les lignes de crêtes très accidentées s'allongent en suivant la plus grande dimension des îles (NNW - SSE). Certaines îles ou parties d'îles comme Vaté, la partie nord de Mallicolo, la partie est de Santo, les parties nord de Pentecôte et Maéwo, sont formées par de grands plateaux descendant en gradins successifs vers la mer.

En général, les côtes très inhospitalières sont aussi abruptes au-dessous qu'au-dessus du niveau de la mer et, de ce fait, seuls des récifs frangeants, souvent peu importants, marquent le développement des coraux. Les bons abris sont exceptionnels : il faut citer les rades de Port-Vila et Port-Havannah sur Vaté, la rade de Port-Sandwich sur Mallicolo, le Canal du Segond et la baie de Port-Olry sur Santo. Ailleurs, il n'y a que peu d'espoir de résister aux assauts des coups de vent sans aller toucher la côte. La navigation est, de plus, rendue difficile par la présence de violents courants appelés localement « mascarets » et établis entre les îles voisines et aux extrémités avancées des « Grandes Terres » (Pointe du Diable sur Vaté).

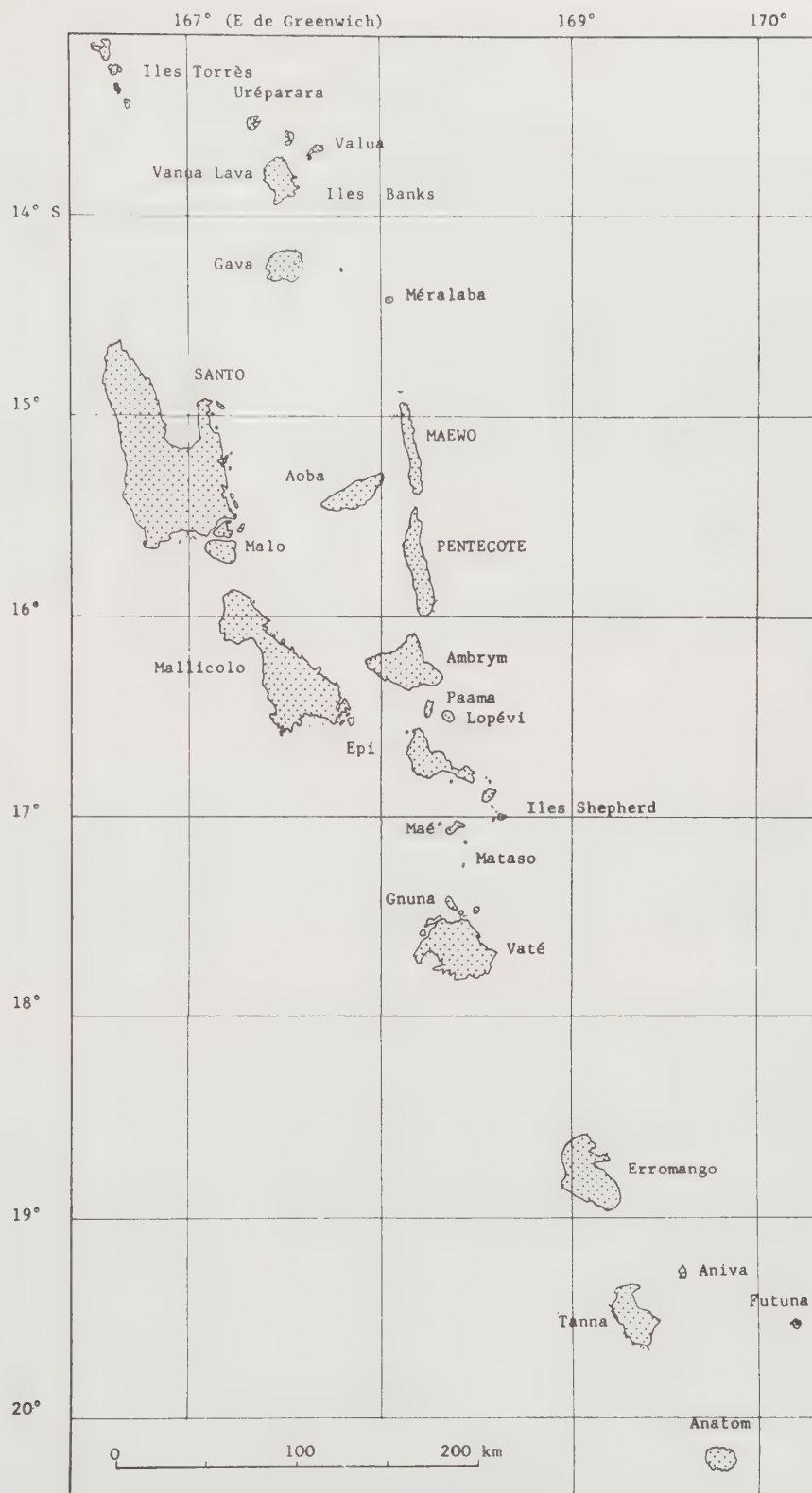


FIG. 2. — Carte géographique des Nouvelles-Hébrides (Echelle : 1/4.000.000°).

CLIMAT

Les Nouvelles-Hébrides ont un climat tropical : chaud, humide et pluvieux. Les moyennes des températures enregistrées aux deux stations officielles de météorologie à Port-Vila et à Santo varient de 21° en août à 29° en juillet. L'écart journalier des températures est en moyenne de 6° aussi bien en janvier qu'en juillet. Il n'y a, pour ainsi dire, pas de saison sèche, mais simplement des mois moins pluvieux que d'autres : en janvier, de 22 à 25 jours de pluie et en août, de 10 à 15 jours avec, en tout, 200 à 225 jours de pluie par an et plus de deux mètres de hauteur de précipitation. Le long de l'archipel, la pluviométrie et les températures moyennes diminuent en descendant vers le sud : à Vaté et à plus forte raison à Anatom, une période fraîche est caractérisée de mai à septembre ; le thermomètre peut alors descendre à 14°. Pendant la plus grande partie de l'année, le vent souffle suivant les alizés du Sud-Est : 20 jours par mois en moyenne. Presque tous les ans, pendant la période chaude et pluvieuse de décembre à avril, des dépressions tropicales, souvent à caractère cyclonique, traversent l'Archipel du NE au SW, au Nord, et du NW au SE, au Sud. Par suite de la forte pluviométrie, de l'abondance de la végétation et de la forte température moyenne, l'humidité relative moyenne atteint 90 % et plus pendant les mois chauds (décembre à avril) et 80 % et plus pendant les mois frais (mai à septembre).

HYDROGRAPHIE

Malgré un très grand nombre de jours de pluie, les rivières ne sont pas importantes ; cet état de choses provient de l'accentuation du relief, de la perméabilité des sous-sols et aussi de la petite dimension des îles. Le plus souvent les cours d'eau ne sont que des torrents de faible longueur, parfois à sec. Seules font exception quelques rivières de Santo (Jourdain, Sarakata, Navaka), de Mallicolo et de Vaté (Téuma, Forari et la Cole).

VEGETATION ET FAUNE

Avec ces conditions climatiques, exceptionnelles : chaleur et humidité, la végétation est exubérante et les îles sont submergées par la forêt secondaire touffue où dominent les nangalats (arbres urticants), les banyans très majestueux, les bouraos (*Hibiscus tiliaceus*), les pandanus et les fougères arborescentes. Sur les bords de mer, bas et marécageux, les palétuviers ont parfois une grande extension. Quelques savanes à hautes herbes se rencontrent sur les versants W et NW des grandes terres : Santo, Mallicolo, Vaté et, en altitude, dans les îles du Sud : Erromango, Tanna et Anatom.

La faune terrestre originelle des îles est réduite aux Oiseaux : pigeons, canards, perruches et oiseaux de mer ; aux Lézards et aux Serpents : deux espèces du genre python non venimeux et une espèce de serpent marin (platures) nichant dans les rochers et réputé comme venimeux. Seuls, parmi les Mammifères existants actuellement, les rats et les chauve-souris semblent endémiques. Les autres : cochons (*Sus papuensis*), volailles et bétail ont été introduits par l'homme. On les trouve actuellement à l'état sauvage dans la plupart des zones inhabitées. Les Insectes sont très abondants, mais ils n'ont

pas encore fait l'objet d'une étude particulière : à signaler l'abondance des moustiques transmettant à l'homme le paludisme et la filariose.

La faune marine est elle aussi peu connue ; par suite du manque de lagon, les Poissons ne paraissent pas très abondants. Comme tous ceux de la zone tropicale du Pacifique, ils sont susceptibles de provoquer, suivant les endroits où ils sont pêchés, des empoisonnements parfois très violents. Les requins, lôches, barracudas sont abondants et parfois agressifs. Les Mammifères marins (dugongs, baleines) ne sont pas rares et les tortues fréquentent nombreuses les plages isolées. Les rivières, dans les zones inhabitées, comportent quelques espèces de mulots, carpes et anguilles et une variété de crevettes d'eau douce appelée chevrettes ou Naura. Sur les récifs frangeants, les langoustes, trocas, burgos et autres coquillages sont abondants dans la mesure où ils n'ont pas été détruits par un ramassage intensif. Sur les bords de mer et là où il existe un sous-sol calcaire, les crabes de cocotiers et les crabes de terre ne sont pas rares.

GÉOGRAPHIE HUMAINE

Au dernier recensement de 1954, les Nouvelles-Hébrides comportaient un total de 50 503 habitants répartis de la façon suivante :

	<i>Autochtones</i>	<i>Européens</i>	<i>Wallysiens Vietnamiens Chinois</i>
Iles du Sud	8.276	25	
Iles du Centre-Sud	6.747	1.119	527
Iles du Centre-Nord	20.379	141	48
Iles du Nord	11.312	811	1.118
<i>Total</i>	46.714	2.096	1.693

Les *Autochtones* appartenant aux races mélanésiennes et polynésiennes constituent la plus grande partie de la population. Ils sont répartis dans toutes les îles avec plus ou moins d'importance. Les faciès, couleur de peau, taille et forme du visage, et le langage varient d'une île à l'autre et même parfois d'un point à un autre d'une « Grande Terre ». L'habitat est dispersé avec des petits villages ne comportant pas plus de deux à trois cases généralement faites en bois de brousse et feuilles de Sagoutiers (Natangura). Sur les bords de mer et dans les îles de petite taille, les missions chrétiennes ont parfois réussi à grouper les Autochtones en communautés plus importantes. Les habitations sont alors faites en bois avec un plancher surélevé, des murs en bambou tressé et un toit en tôles ondulées. En principe, les Autochtones sont des cultivateurs sédentaires ; ils entretiennent pour leur nourriture des jardins avec taros, bananes, manioc et ignames et des élevages de cochons et de volailles. Ils ne sont pas pêcheurs. Leur niveau de vie est très bas et ils se contentent de peu de chose. Beaucoup travaillent avec des contrats de courte durée sur les plantations des Européens. Pour leurs besoins élémentaires, ils commencent à développer les cultures de cocotiers, de caféiers et de cacaoyers. Pour les communications inter-îles et les relations avec les Européens, ils utilisent un « Piggin » appelé localement « bichelamar » (sorte de sabir à base d'anglais déformé avec de rares vocables français et espagnols mêlés de locutions empruntées aux dialectes des îles).

Les *Européens* sont groupés essentiellement autour de Port-Vila à Vaté et au Canal du Second à Santo. Port-Vila est le centre administratif et commercial des Nouvelles-Hébrides. Sa population est voisine de 2 500 habitants avec plus de 1 000 Européens français et anglais. Ces derniers sont fonctionnaires, commerçants et planteurs.

Le canal du Segond, improprement appelé localement Santo, est le centre commercial des îles du Nord. Ce centre mal défini comporte environ 2 000 habitants avec 800 Européens français et anglais surtout commerçants et planteurs.

Dans les autres îles, quelques européens sont répartis dans les centres administratifs : Port-Sandwich (Mall'icolo), Lénakel (Tanna), dans les plantations isolées le long des côtes (Santo, Mall'icolo, Epi, Pentecôte et Maéwo), dans les comptoirs pour autochtones (stores) et les missions chrétiennes distribuées également le long des côtes.

Depuis le 6 août 1914, date du Protocole franco-anglais, les Nouvelles-Hébrides forment « un territoire d'influence commune sur lequel les sujets et citoyens des deux puissances signataires jouissent de droits égaux de résidence, de protection personnelle et de commerce » ; « chaque puissance demeure souveraine à l'égard de ses nationaux et ni l'une, ni l'autre n'exerce d'autorité séparée dans l'archipel ».

De manière à éviter toutes inégalités entre les deux nations conjointes, il a fallu créer trois administrations faisant souvent double et même triple emploi :

— l'administration française avec ses différents services : administration, finances, tribunal, service social, enseignement et police ;

— l'administration anglaise avec ses différents services : administration, finances, tribunal, service social, enseignement et police ;

— et l'administration conjointe comportant les services communs : finances, douanes, postes, travaux publics et tribunal mixte.

Toutes décisions importantes concernant la vie du pays doit avoir l'accord des deux commissaires français et anglais, des deux hauts-commissaires et voire même des deux gouvernements de Londres et de Paris.

GÉOGRAPHIE ÉCONOMIQUE

L'*agriculture* est pratiquement la seule richesse de l'archipel néo-hébridais. 643 000 hectares, dont 105 000 sont immatriculés, appartiennent à des Français ou sont revendiqués par eux ; 35 000 seulement sont effectivement débroussés et plantés. 72 000 hectares, dont 40 000 sont immatriculés, appartiennent ou sont revendiqués par des Britanniques ; 2 800 sont effectivement débroussés et plantés. 600 000 hectares sont laissés en droit de jouissance aux Autochtones avec 6 880 hectares de Réserves indigènes et 30 000 hectares effectivement débroussés et cultivés.

En fait, dans l'archipel, seulement un quart de la surface est susceptible de recevoir des cultures. Le reste, impropre à cause de la pauvreté du sol, du relief et des conditions climatiques locales (savanes), peut avoir une vocation forestière ou pastorale.

Les plantations européennes installées entre 0 et 200 mètres d'altitude le long des bords de mer sont au nombre de 90 avec une surface de 22 000 hectares de cocotiers. 2 000 hectares de cacaoyers et 300 hectares de caféiers. Les Autochtones ont environ 25 000 hectares de cocotiers et 5 000 hectares de cultures vivrières : taros, ignames, bananes, maniocs, etc... Toutes ces cultures ont un caractère très extensif : pas de moyens mécaniques, pas d'engrais, pas de techniques modernes et les rendements sont extrêmement faibles. Annuellement, l'archipel produit environ 22 000 tonnes de coprah, qualité séchée au feu (« smoke-dry »), 700 tonnes de fèves de cacao et 450 tonnes de fèves de café.

L'*élevage* apparaît comme un sous-produit de la culture du cocotier (nourriture des travailleurs et entretien des prairies sous cocotiers). Le cheptel est estimé à 45 000 têtes de bovins surtout sur les plantations, 5 000 d'ovins et plus de 50 000 porcs, surtout chez les Autochtones.

A la suite des difficultés de pénétration dans l'intérieur des îles et de l'absence de statut minier, les *ressources minières* des Nouvelles-Hébrides n'ont pas encore été bien étudiées. Ces dernières années, plusieurs sociétés et en particulier la Compagnie Française des Phosphates de l'Océanie ont entrepris la prospection systématique des ressources minérales des différentes îles.

Les résultats ne pourront être connus que le jour où l'administration aura terminé la mise au point des lois minières du Condominium Franco-Anglais des Nouvelles-Hébrides. Il n'existe aucune industrie dans l'archipel, seule une usine électrique (Union Electrique Coloniale) produit du courant ménager à Port-Vila.

Le *commerce* est la seconde richesse du pays. Il est dominé par des grosses maisons françaises et australiennes, qui profitent de la situation avantageuse de l'archipel appartenant à la « zone sterling » tout en ayant de grandes facilités dans la « zone franc ».

Les *voies de communication* sont réduites au minimum ; les Américains, à la suite de la dernière guerre, ont laissé des aérodromes et des routes maintenant à l'abandon. Planteurs et commerçants utilisent de préférence les déplacements sur mer à l'aide de bateaux de petits tonnages. Les relations avec l'extérieur sont assurées par les bateaux de la Compagnie des Messageries Maritimes (Nouvelles-Hébrides — Australie et Nouvelles-Hébrides — France) avec relâches à Port-Vila et à Santo, et par les avions de la Compagnie T. A. I. avec deux voyages par semaine Nouvelle-Calédonie — Port-Vila — Santo et retour.

PRÉSENTATION DE L'OUVRAGE

TERMINOLOGIE UTILISÉE

Dans cet ouvrage, je n'utilise le mot *FACIÈS* que pour les roches grenues intrusives de Santo et les roches de contact qui les accompagnent. Ainsi, en partant du centre du massif intrusif, la succession des faciès est la suivante : *faciès originel*, *faciès suboriginel*, *faciès de bordure* pour les roches grenues et *faciès microgrenu*, *faciès microlitique* et *faciès externe* pour les roches de contact.

Avec les roches sédimentaires, je différencie les *FORMATIONS* d'après leurs caractères lithologiques. J'ai ainsi :

— Les *roches calcaires*, comprenant toutes les formations où il existe une majorité de calcaires durs : calcaires sublithographiques, calcaires récifaux, calcaires détritiques et calcaires coralliens surélevés.

— Les *roches tufacées*, comprenant des roches tendres finement stratifiées avec toujours au moins 20 % d'éléments volcaniques. La matrice reliant les particules volcaniques est soit calcaire (calcaires tufacés), soit marno-calcaire (tuffeaux calcaires), soit argiloïde (tufs argiloïdes ou « Scapstones »), soit enfin siliceuse (tufs verts ou « mudstones »).

— Les *tufs volcaniques stratifiés*, très particuliers et très abondants aux Nouvelles-Hébrides. Ce sont des roches à caractères lithologiques variés : marneux, siliceux, calcaires ou argiloïdes, mais comprenant toujours au moins 60 % de matériaux volcaniques pyroclastiques : minéraux, débris de ponce et de scories, cendres, etc... Ces roches proviennent de la stratification dans des cuvettes sous-marines des matériaux volcaniques, soit émis par des volcans sous-marins, soit arrachés par l'érosion à des volcans aériens.

— Les *alluvions* comprenant des sables, des cailloutis, des graviers, des galets et des blocs roulés.

— Les *terres d'alteration* avec des argiles rouges à tendance latéritique.

TERMINOLOGIE DES ROCHES SÉDIMENTAIRES

Au cours de ce travail, les caractères lithologiques des roches sédimentaires sont définis de la façon suivante :

Roches calcaires.

- *Calcaires coralliens* du Quaternaire ;
- *Marno-calcaires coralliens* du Quaternaire ;
- *Calcaires détritiques coralliens* : morceaux de coraux reliés par un ciment calcaire (Quaternaire) ;
- *Calcaires détritiques à éléments volcaniques* : des débris de coraux, quelques fossiles, une microfaune abondante et des matériaux volcaniques, reliés par un ciment calcaire. Ils marquent généralement un changement de faciès (fin Tertiaire et Quaternaire) ;
- *Calcaires récifaux* ou *calcaires construits* recristallisés (fin Tertiaire) ;
- *Calcaires compacts sublithographiques* à Foraminifères, finement recristallisés (Miocène).

Roches tufacées.

- *Tuffeaux calcaires à éléments volcaniques*, tendres, riches en Globigérinidés, finement stratifiés avec au moins 20 % de matériaux volcaniques (fin Tertiaire et Quaternaire) ;
- *Tufs argiloïdes andésitiques stratifiés* ou « Soapstones », tendres, riches en Globigérinidés avec 20 % de matériaux volcaniques (fin Tertiaire et Quaternaire) ;
- *Calcaires tufacés* à Foraminifères, friables, détritiques, riches en microfaune (Miocène) ;
- *Tufs verts*, durs, de couleur verte, à grain fin, avec 40 % d'éléments détritiques représentés par du quartz, de l'andésine, de la hornblende verte et de la magnétite (Anté-Miocène).

Tufs volcano-sédimentaires.

- *Tufs basaltiques stratifiés* du Tertiaire avec des éléments volcaniques (60 %) provenant de volcans à laves basaltiques (Pliocène) ;
- *Tufs andésitiques stratifiés* ou « Sandstones » avec des éléments volcaniques andésitiques (60 %) reliés par un ciment plus siliceux que calcaire (Pliocène) ;
- *Tufs andésitiques ponceux stratifiés* avec des éléments volcaniques ponceux (Pliocène) ;
- *Tufs andésitiques stratifiés*, finement lités, avec un ciment calcaire riche en microfaune (Foraminifères et Algues) (Anté-Miocène et Miocène inférieur).

TERMINOLOGIE DES ROCHES ÉRUPTIVES

Pour les roches éruptives, j'ai utilisé la classification chimico-minéralogique de A. LACROIX. Pour celles qui ont fait l'objet d'analyse chimique, la composition virtuelle et les paramètres magmatiques ont été calculés d'après la méthode C. I. P. W.-LACROIX.

Roches volcaniques.

A cause des difficultés d'échantillonnage sur le terrain, j'ai classé un grand nombre de roches volcaniques d'après leurs caractéristiques macroscopiques : couleur, structure et mode de gisements :

- *Roches mélanocrates dans les gris noirs*, avec des cristaux visibles d'augite, de feldspaths et parfois d'olivine. Gisements : coulées et dykes. Basaltes à augite et olivine ;

— *Roches mélanocrates dans les gris ou les bruns* avec uniquement des cristaux de feldspaths. Gisements : coulées à débit prismatique, masses à structure en « pillow-lavas » ; dykes et filons. Basaltes à plagioclase (parfois à texture doléritique) ;

— *Roches mésocrates dans les gris* avec des cristaux de feldspaths et parfois d'augite. Gisements : coulées massives, dykes et filons. Andésites labradoriques ;

— *Roches mésocrates dans les gris clairs* avec des cristaux de feldspaths et d'augite bien visibles. Gisements : coulées massives, dykes et filons. Andésites à augite ;

— *Roches mésocrates dans les gris bleutés clairs* avec des cristaux abondants d'éléments colorés et quelques cristaux de feldspaths. Gisements : coulées massives, dykes et filons. Andésites à hornblende.

Les études en lames minces et les analyses chimiques m'ont permis de contrôler ultérieurement ces déterminations et je n'ai trouvé des interférences qu'entre les andésites labradoriques et les basaltes à plagioclase, laves très abondantes aux Nouvelles-Hébrides avec des caractères pétrographiques très voisins.

Les émissions de laves sont, dans l'archipel, accompagnées par une très grosse quantité de matériaux pyroclastiques plus ou moins divisés. Quand ces derniers ont été repris par la sédimentation marine, ils ont donné les roches volcano-sédimentaires décrites plus haut. Dans d'autres conditions, ils forment des roches particulières définies de la façon suivante :

— *Tufs massifs ponceux* : de couleur claire et non stratifiés, ils correspondent à l'accumulation de matériaux comprenant surtout des ponce à caractère relativement acide ;

— *Tufs massifs* : jaunâtres ou rougeâtres, ils proviennent de l'accumulation sans stratification de matériaux fins, cendres et scories fines ;

— *Agglomérats* : plus foncés, jaune brun ou rouge, ils sont formés par l'accumulation sans stratification de matériaux plus grossiers de l'ordre du centimètre, cendres et scories ;

— *Brèches volcaniques* : très variables en couleur, brun, brun clair, brun rouge, gris ou gris noir, elles correspondent aux diverses brèches d'explosion comprenant des blocs anguleux de laves et des enclaves de roches arrachées au substratum. Le ciment est soit tuffeux (cendres et scories agglomérées), soit cristallisé à texture microlitique (andésites ou basaltes).

Roches grenues.

Pour les roches grenues, les caractères pétrographiques externes plus nets ont été contrôlés par des études en lames minces et des analyses chimiques. Les variétés rencontrées sont les suivantes :

— *Roches mélanocrates, vert foncé, bleu vert ou gris noir*, sans cristallisation apparente, avec un toucher savonneux et un éclat gras. Serpentine souvent altérée à l'affleurement ;

— *Roches mélanocrates, bleu vert foncé ou gris noir*, avec des cristaux chatoyants bien visibles. Péridotites ;

— *Roches mésocrates, gris bleuté* avec une structure grenue bien visible. Gabbros ;

— *Roches mésocrates, gris vert*, avec des cristaux d'éléments colorés bien visibles noyés dans un ensemble finement cristallisé. Microgabbros ;

— *Roches leucocrates*, avec des cristaux colorés répartis uniformément. Diorites à amphibole.

FORMATIONS

Comme les roches de l'île de Santo représentent la succession stratigraphique la plus complète, j'ai donné à chaque série sédimentaire ou volcanique ou volcano-sédimentaire, définie par un ou plusieurs types lithologiques bien caractérisés, le nom de formation avec comme indicatif la localité où la série est le mieux exposée.

- Les *formations de Luganville* : marno-calcaires et calcaires coralliens sub-actuels ;
- La *formation de Papataï* : calcaires coralliens (Pléistocène probable) ;
- La *formation de Pialapa* : tuffeaux calcaires à éléments volcaniques (Pliocène supérieur et Pléistocène inférieur probables) ;
- Les *formations volcaniques de Bayalo* : tufs massifs, agglomérats, brèches, sills, dykes, coulées massives, épanchements à structure en « pillow-lavas » et filons d'andésites labradoriques et de basaltes à plagioclase ;
- La *formation de Wailapa* : tufs andésitiques stratifiés (« Sandstones ») avec un ciment siliceux correspondant à une sédimentation de bord de mer des matériaux pyroclastiques provenant des premières éruptions de la série volcanique de Bayalo (Pliocène probable) ;
- La *formation des roches grenues de Patounaky* : granodiorites, diorites et gabbros intrusifs à travers les formations antérieures ;
- La *formation des roches de contact de Napataura* : microgabbros, cornes vertes, cipolins, tufs à chlorites développés au contact des roches grenues de Patounaky dans les formations antérieures ;
- La *formation de Mataï* : calcaires compacts sublithographiques à Foraminifères (Miocène moyen) ;
- La *formation de Tasériki* : tufs andésitiques stratifiés avec un ciment calcaire riche en microfaune (Foraminifères). Ils correspondent aux dernières manifestations de la série volcanique andésitique de Napérol ;
- Les *formations volcaniques de Napérol* : agglomérats, brèches, sills, dykes, filons et coulées massives d'andésites à augite, hypersthène et hornblende (Anté-Miocène et Miocène inférieur) ;
- La *formation de Navaka* : tufs verts (Oligocène ?).

PLAN-TYPE DE L'ETUDE D'UNE ILE

Chargé par la Compagnie Française des Phosphates de l'Océanie d'inventorier les ressources minérales des Nouvelles-Hébrides, j'ai pu, au cours des années passées, étudier la structure et la géologie des îles Vaté, Pentecôte, Maéwo et Santo. Chacune de ces îles fait l'objet d'une étude particulière détaillée dont voici les grandes lignes :

— GÉNÉRALITÉS.

Etude de la *géographie physique* avec les particularités du relief, du climat et de la mer.

Etude de la *géographie politique et économique* : conditions locales de vie et de travail, répartition des habitants, richesses, etc...

— PÉTROGRAPHIE.

Etude détaillée de tous les types de roches rencontrées (plaques minces, étude au microscope, analyses, etc...).

— DESCRIPTIONS RÉGIONALES.

Etude géologique détaillée de chaque région de l'île (cartes, plans et coupes géologiques).

— STRATIGRAPHIE.

Description de la succession stratigraphique typique observée dans l'île.

— TECTONIQUE.

Description des tectoniques observées : tectonique cassante ou autres, tremblements de terre, etc...

— HISTOIRE GÉOLOGIQUE.

Etude des différentes phases de l'évolution de l'île d'après les observations faites sur le terrain et la connaissance des roches.

RÉSULTATS GÉOLOGIQUES ANTÉRIEURS

La bibliographie fondamentale se réduit à quelques ouvrages seulement. Deux expéditions géologiques ont fait l'objet de diverses publications.

En 1905, D. Mawson a reconnu les îles Vaté, Epi, Mallicolo et Santo. Le matériel qu'il a recueilli a permis à M. Chapman (1907) de préciser l'âge d'une formation calcaire des îles Mallicolo et Santo, formation que j'utilise comme repère d'échelle stratigraphique pour les îles Pentecôte, Maéwo et Santo, étudiées dans cet ouvrage.

En 1935 et 1936, E. Aubert de la Rüe a effectué deux missions. Il s'est intéressé plus particulièrement aux roches volcaniques, donnant ainsi de grandes précisions sur la répartition chronologique des venues éruptives au Tertiaire et au Quaternaire. Les matériaux qu'il a rapporté ont permis à A. Lacroix (1936-1941) de préciser la nature des roches volcaniques et à R. Abrard (1946-1947) de confirmer les déterminations de F. Chapman pour la formation calcaire du Miocène et de dater une partie des calcaires coralliens surélevés des îles Vaté et Erromango.

Le travail que j'ai entrepris dans les îles Vaté, Pentecôte, Maéwo et Santo, a permis de contribuer largement à la connaissance pétrographique des roches éruptives intrusives et volcaniques : le massif des roches grenues basiques et ultrabasiques de Pentecôte, signalé par E. Aubert de la Rüe, a été précisé dans sa constitution et un massif intrusif de roches grenues acides (granodiorites et diorites) a été découvert et étudié en détail dans la partie SW (Navaka) de l'île Santo. Du point de vue stratigraphique, l'apport que j'ai fourni est assez limité par suite de l'absence de fossiles caractéristiques dans les échantillons que j'ai ramassés. A Santo, j'ai pu définir des formations grâce à leurs faciès lithologiques et les placer dans une échelle stratigraphique en utilisant les travaux de F. Chapman (1905) et de R. Abrard (1946).

BIBLIOGRAPHIE

Pour les données géographiques et les détails géologiques des îles qui n'ont pas été visitées, les renseignements ont été tirés de la liste des ouvrages suivants :

- ABRARD R. (1946-1947). — Fossiles néogènes et quaternaires des Nouvelles-Hébrides (Mission E. Aubert de la Rüe, 1934-1936). *Annales Paléontologie*, Paris, t. XXXII, 1946-1947, 112 p., 5 pl. h.-t.
- ABRARD R. et AUBERT DE LA RÜE E. (1937). — Sur l'existence du Néogène supérieur à *Cycloclypeus* aux îles Epi et Malékula (Nouvelles-Hébrides). *C. R. Ac. Sc.*, Paris, 28 juin, t. CCIV, p. 1951.
- ABRARD R. et AUBERT DE LA RÜE E. (1937). — Sur la présence du Pliocène à l'île Malékula (Nouvelles-Hébrides). *C. R. Ac. Sc.*, Paris, t. CCV, 26 juil., p. 290.

- ABRARD R. et AUBERT DE LA RÛE E. (1938). — Note sur les dépôts quaternaires et les récifs soulevés des Nouvelles-Hébrides. *Bull. Soc. géol. Fr.*, Paris, 5^e sér., t. VIII, pp. 63-66.
- AMSTUTZ A. (1931). — Sur le caractère pétrographique des îles Banks en Mélanésie. *C.R. Séances Soc. Phys. et Hist. nat. Genève*, vol. XXXVIII, avr.-juil., n° 2, pp. 101-104.
- AMSTUTZ A. (1933). — Les solfatares de Vanua Lava en Mélanésie. *Bul. suisse Minéral. et Pétrogr.*, vol. XIII, pp. 305-307.
- ASKEW D. S. (1935). — Vanua Lava and its Sulphur. *Walkabout*, Melbourne, April 1st, pp. 26-27.
- ATKIN Rev. J. (1868). — On volcanoes in the New-Hebrides and Banks Islands. *Proc. Royal Geograph. Soc.*, London, t. XXIV, p. 305.
- AUBERT DE LA RÛE E. (1935). — Premiers résultats d'une mission géologique aux Nouvelles-Hébrides. *C.R. Ac. Sc.*, Paris, t. CC, 18 fév., p. 681.
- AUBERT DE LA RÛE E. (1937). — Les manifestations actuelles de l'activité volcanique aux Nouvelles-Hébrides. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, Paris, fasc. 2,7 juin, pp. 149-150.
- AUBERT DE LA RÛE E. (1937). — Contribution à l'étude géologique des Nouvelles-Hébrides, *C.R. Ac. Sc.*, Paris, t. CCIV, 24 juin, p. 1880.
- AUBERT DE LA RÛE E. (1937). — Le volcanisme aux Nouvelles-Hébrides. *Bull. volcanologique*, Napoli, sér. II, t. II, pp. 79-142, 18 pl., I carte.
- AUBERT DE LA RÛE E. (1939). — Les minéraux des Nouvelles-Hébrides. *Bull. Muséum nat. Hist. nat.*, Paris, 2^e sér., t. XI, n° 3, pp. 342-348.
- AUBERT DE LA RÛE E. (1945). — Les Nouvelles-Hébrides. *Edition de l'Arbre*, Montréal, 253 p., 24 planches.
- AUBERT DE LA RÛE E. (1956). — La géologie des Nouvelles-Hébrides. *Jour. Soc. Océanistes*, t. XII, n° 12, pp. 63-98, 1 carte, 3 pl. fotogr.
- BAKER J. R. (1929). — The Northern New-Hebrides. *The Geogr. Jour.*, London, vol. LXXIII, n° 4, April, pp. 305-325.
- BAKER J. R. (1935). — Espiritu Santo, New-Hebrides. *The Geogr. Journ.*, London, vol. LXXXV, n° 3, March, pp. 209-225.
- BERESFORD, Lt. C. W. DE LA POER (1884). — Note on the Ascent of Ambrym Volcano in the New-Hebrides. *Proc. of the Royal Geogr. Soc.*, London, vol. VI, pp. 129-135.
- BOURGE G. (1905). — Les Nouvelles-Hébrides. *Bull. Soc. Géogr. et Et. colon.*, vol. XXIX, pp. 265-278.
- BOURGE G. (1906). — Les Nouvelles-Hébrides de 1606 à 1906. A. Challamel édit., Paris, 1906.
- BOURGEAU J. (1955). — La France du Pacifique. *Coll. Terres lointaines*, Editions maritimes et coloniales, 224 p.
- CHAPMAN F. (1907). — On the Tertiary Limestones and Foraminiferal Tuffs of Malekula, New-Hebrides. *Proceed. Linnean Soc. of New South Wales*, vol. XXXII, pp. 745-760, pl. XXXVII-XLI.
- DALY R. A. (1916). — Pacific Island. *Bull. Geol. Soc. Am.*, vol. XXVII, June, pp. 325-344.
- DAVILLE, Dr. E. (1894). — Tremblements de terre aux Nouvelles-Hébrides. *C.R. Séances Soc. Géogr.*, Paris, n° 12, 18 mai, pp. 245-251.
- FRANCE (1951). — Note documentaire sur les Nouvelles-Hébrides, 1951. *Public. Résidence de France*, inédite, 100 p. ronéotypées.
- FRANCE (1956). — Cinquantenaire du Condominium des Nouvelles-Hébrides. *Journ. Soc. Océanistes*, t. XII, n° 12, déc., 412 p.

- FREDERICK, Lt. G. C. — Geological notes on certain islands in the New-Hebrides. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, London, vol. XLIX, pp. 227-232.
- GLAESSNER M. F. et EDWARDS A. B. (1947). — Les ressources minérales des îles de l'Ouest Pacifique. *Australian Inst. of Mining and Metall. Exemplaires n°s 146 et 147.*
- GROVER J. C. (1955). — Geology Mineral deposits and prospects of Mining development in the British Solomon Island Protectorate. *Geol. Survey of B.S.I.P.*, Honiara.
- GUIART J. et DESHAMPS H. (1957). — Tahiti, Nouvelle-Calédonie et Nouvelles-Hébrides. Berger-Levrault édit., Paris, 311 p., 26 cartes et 24 fotogr. h.-t.
- HOSKEN (1876). — Remarks about of the New-Hebrides group. *Geol. Mag.*, p. 82.
- HUETZ DE LEMPS A. (1954). — L'Océanie Française. *Coll. « Que sais-je ? », P. U. F.*, Paris, 128 p.
- HUMPHREYS C. B. (1926). — The Southern New-Hebrides. An ethnological record. *The University Press*, Cambridge.
- IMHAUS E. N. (1890). — Les Nouvelles-Hébrides. Berger-Levrault édit., Paris.
- JOLEAUD L. (1934). — Paléogéographie de l'Océan Pacifique. In « Peuplement des Îles du Pacifique ». *Soc. Biogéographie*, Mém. IV, pp. 9-40 (Nouvelles-Hébrides, p. 15).
- LACROIX A. (1914). — La récente éruption d'Ambrym (Décembre 1913) et la constitution des laves de ce volcan. *C. R. Ac. Sc.*, Paris, t. CLIX, 14 sept., pp. 489-495.
- LACROIX A. (1939). — Les ponces dacitiques flottant sur l'océan entre les Fidji, les Nouvelles-Hébrides et la Nouvelle-Calédonie. *C. R. Ac. Sc.*, Paris, t. CCLXVIII, 20 mars, pp. 854-857.
- LACROIX A. (1940). — Les caractères des laves des îles situées au Sud de l'Equateur formant la limite du domaine circumpacifique dans la région des Nouvelles-Hébrides et de la Fosse Tonga-Kermadec. *C. R. Ac. Sc.*, Paris, t. CCXI, 22 juil., pp. 37-40.
- LACROIX A. (1936-1941). — Composition minéralogique et chimique des laves des volcans des îles de l'Océan Pacifique. *Mém. Ac. Sc.*, Paris, t. LXIII, 97 p., 10 pl.
- LEVAT D. (1889). — Note sur la géologie des Nouvelles-Hébrides. *Le Colon*, Noumea, 12 juil.
- LINDT. — Ascent of the Tanna Volcano. *Trans. of the Royal Geogr. of Victoria*, vol. 8.
- MACMAHON T. J. (1922). — Volcano on Tanna Island. *Sea, Land and Air*, pp. 249-251, July.
- MACMAHON T. J. (1927). — Tanna Island, its interesting Volcano, *New-Nation Magazine*, pp. 41-52, December.
- MARSHALL P. (1913). — Oceania, Handbuch der Regionalen Geologie. Carl Winter, Heidelberg, VII band, 2 Abteilung, pp. 18-19.
- MAWSON D. (1905). — The Geology of the New-Hebrides. *Proceed. Linn. Soc. New South Wales*, vol. XXX, pp. 400-485, 16 pl.
- MOSELEY (1902). — Notes by a Naturalist on the Challenger. New ed., London.
- OLIVER D. L. (1952). — Les Îles du Pacifique. Payot, Paris, 366 pages, 27 dessins et cartes.
- PELATAN L. (1895). — Les solfatares de Tanna. *Le Génie Civil*, t. XXVI.
- PURREY-CUST H. E. (1896). — The eruption of Ambrym Island, New-Hebrides (South West Pacific). *Geogr. Journ.*, London, t. VIII, pp. 585-602.
- RENDLE J. J. et LEVAT D. (1889). — Report on the Solfataras and Sulphur Deposits of Vanua Lava. *Transact. Geol. Soc. Australia*, Melbourne, Sept. 6.
- ROBSON R. W. (1956). — Pacific Islands Monthly, 1956. *Pacific Publ.*, Sydney, 479 p.
- SADRAN G. (1956). — Les formations volcaniques tertiaires et quaternaires du Tell oranais. *Thèse Nancy*, 390 pages, 63 figures, 50 pl. photographiques.

- SKIBA W. (1954). — Gisement de cuivre dans la vallée supérieure de Sabeto (Iles Fidji). Rapport inédit, 14 p., 1 carte.
- SKIBA W. (1954). — Gisement de fer dans la partie ouest de l'île de Viti-Levu (Iles Fidji). Rapport inédit, 5 pages, 2 cartes.
- SMITH W. (1935). — Note on the Geology. In J. R. Baker, « Espiritu Santo, New-Hebrides », p 229.
- STEARNS (1945). — Geology of Espiritu Santo. *Amer. Journ. of Sci.*, New-York.
- TAYLOR G. A. (1956). — Review of volcanic activity in the territory of Papua New-Guinea, the Salomon and New-Hebrides Islands 1951-1953. *Bull. volcanologique*, Napoli, sér. II, t. XVI.
- TEALL J. J. H. (1893). — Volcanic Rocks from the New Hebrids. In Lt. G. C. Frederick : « Geological Notes on certain islands in the New-Hebrids », pp. 229-230.
- UNIVERSITY OF SYDNEY (1957). — Geological reconnaissance of parts of the central Islands of the British Solomon Islands Protectorate. Colonial Geology and Mineral Resources, vol. 6, n° 3, pp. 267-306.
-

DEUXIÈME PARTIE

ILE DE VATÉ

GÉNÉRALITÉS

GEOGRAPHIE PHYSIQUE

L'île de Vaté (Pl. A) est située par 17° 35' 17" de latitude Sud et par 165° 35' 54" de longitude Est de Greenwich (point se trouvant sur le bord de mer dans la Baie de Port-Havannah). Un certain nombre d'îles plus ou moins importantes entourent la « Grande Terre » : les dépendances immédiates avec Eratap, Erakor, Vila, Iririki, Mélé, Chapeau ou Erradaka, Léléppa, Mosso et Malassa ; et un groupe d'îles au Nord comprenant Pélé, Gnuna et Mau.

Avec 45 kilomètres d'Est en Ouest et 30 kilomètres du Nord au Sud, l'île est à peu près circulaire avec un contour découpé dans le SW ; là, des avancées de la « Grande Terre » enserrent des étendues d'eau salée parfois importantes : lagunes, comme celles d'Erakor et Eratap improprement appelées lagons ; rades, comme celle de Port-Vila et baies, comme celle de Mélé. Un massif montagneux occupe les parties centrale et septentrionale ; il est parfois très accidenté, mais toujours peu élevé ; le Mont Mac Donald, point culminant, avec 671 mètres et les Monts Erskine, Fatmalapa et Pic Pointu avec des cotes voisines de 400 mètres. Le reste de l'île est formé par une série de plateaux compris entre les cotes 100 et 400 mètres et descendant en gradins successifs vers le niveau de la mer (quatre gradins sont visibles dans la région d'Undine Bay).

Les principales *rivières* prennent leur source dans la zone centrale accidentée. Elles découpent profondément les plateaux avant d'attendre les bords de mer où les plaines alluviales sont parfois importantes :

- Plaine de Mélé avec les rivières Bocoua, La Cole et Tagabé ;
- Plaine de Port-Havannah avec la rivière Marona ;
- Plaine Harris avec la rivière Harris à Undine Bay ;
- Plaine de la Téuma avec la rivière Téuma, la plus longue de l'île.

Sur la côte est, de nombreux torrents souvent à sec dévalent les pentes autour du Mont Fatmalapa et du Pic Pointu en recoupant profondément les plateaux en gradins (rivières Ebuli, Ebao et Forari, par exemple).

L'île est entièrement recouverte par une abondante *végétation* exubérante. Le plus souvent basse et arbustive, cette brousse comporte parfois de beaux arbres et des variétés particulières comme les fougères arborescentes et les pandanus. Dans la région de Port-Havannah, les plateaux sont recouverts par une savane à herbes courtes et arbustes rabougris (goyaviers et acacias). Seule subsiste une forêt-galerie dans le fond des vallées.

Le *climat* est celui de l'archipel, chaud et humide avec une période fraîche durant l'hiver austral. Les pluies sont très abondantes, mais leur répartition varie suivant le relief et la situation par rapport au vent dominant venant du SE (alizés). Les parties de l'île au Nord et au NW sont moins arrosées ; ceci explique le remplacement de la forêt par la savane.

Le *littoral* de l'île est rocheux et escarpé sur une bonne partie de son étendue. Parfois, il est plat et bordé de palétuviers, tandis qu'il existe au niveau des plaines alluviales (Baie de Mélé) des grandes plages de sables gris ou de sables blancs coralliens (Malassa). Les côtes sont tout au long défendues par des récifs coralliens frangeants plus ou moins importants. Il n'y a pas de récif barrière et, par suite, pas de lagon au sens propre du mot. Seules les rades de Port-Vila et de Port-Havannah peuvent offrir un abri aux navires lors des dépressions tropicales à caractère cyclonique.

GEOGRAPHIE HUMAINE ET ECONOMIQUE

La *population* de l'île ne dépasse pas 3 000 habitants avec 2 500 à Port-Vila (1 000 Européens, 700 Tonkinois et 800 Autochtones et Wallysiens).

Port-Vila est un centre administratif et commercial en plein développement. Les maisons de cette petite bourgade sont réparties au bord de mer ou sur la colline dominant la rade avec tout le confort (eau et électricité). Depuis quelques années des constructions nouvelles, faites en béton armé pour résister aux tremblements de terre, sont venues agréablement apporter une note de modernisme dans ce paysage tropical. Des plantations européennes sont installées autour de Port-Vila dans la plaine alluviale de Mélé et sur le plateau de Montmartre.

Les villages autochtones sont répartis le long de la côte ou sur des îlots (Erakor, Eratap et Vila). Les maisons très rudimentaires sont faites, soit en bois et tôles ondulées, soit en matériaux de brousse. Dans l'intérieur, il n'y a pas de village, pas de piste et il est nécessaire pour le chercheur de s'installer sous la tente et de progresser dans la forêt en taillant sa route.

Lors de leur départ, après la dernière guerre, les Américains ont laissé des *routes* et des pistes en bon état. Rapidement les pluies et la végétation sont venues détruire ces travaux et il est actuellement très difficile de circuler en voiture d'un point à l'autre de l'île.

DIVISIONS REGIONALES

Pour faciliter la présentation de l'étude géologique, l'île a été divisée en régions correspondant, en général, aux bassins de réception des rivières principales (Pl. A) :

— *Région de Port-Vila-Erakor* avec, au bord de mer, du Nord au Sud : la Pointe Malapoa, la rade de Port-Vila, les îlots Vila et Iririki, la Pointe Pango, l'îlot Erakor, les lagons d'Erakor

et d'Eratap et l'îlot Eratap, et, à l'intérieur, les plateaux limités par les rivières Tagabé et Téuma.

— *Région de Mélé* avec la grande plaine de Mélé et les bassins des rivières Bocoua, La Cole et Tagabé.

— *Région de Tuku-Tuku* comprenant la grande avancée de la pointe du Diable avec la Baie de Tuku-Tuku et, vers l'intérieur, le bassin de la rivière Tuku-Tuku limité au creek « Ai » et la rivière Butaclém.

— *Région de Port-Havannah* comprenant les bassins du creek « Ai » et de la rivière Marona avec les plateaux Erskine et Méten.

— *Région d'Undine-Bay* comprenant les bassins des rivières Harris, Sama, Emua et Onéssua, avec le massif montagneux du Fatmalapa.

— *Région d'Ebuli-Ebao* comprenant le bassin des rivières Ebuli et Ebao avec la partie nord du massif montagneux du Pic Pointu.

— *Région de Ferari* comprenant les bassins des rivières Elou et Forari avec la partie sud du massif montagneux du Pic Pointu.

— *Région d'Eouar-Eton* comprenant les bassins des rivières Eouar et Eton avec toute la surface des plateaux à l'Est de la rivière Rentabao.

— *Région de Rentabao* comprenant le bassin de la rivière Rentabao.

— *Région de Téuma* comprenant le bassin de la rivière Téuma avec la partie sud du massif montagneux du Mac Donald.

ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE

Après les études faites sur le terrain (Pl. A), les roches de l'île Vaté ont été classées en quatre catégories :

— Les *roches volcaniques aériennes* avec des agglomérats, des brèches, des coulées, des dykes, des filons et des tufs ;

— Les *roches volcaniques sous-marines* formées par du matériel pyroclastique émis sous la mer probablement à une faible profondeur. Ce matériel comprend surtout des ponces ;

— Les *roches volcano-sédimentaires* constituées par un matériel volcanique repris par l'érosion et sédimenté ;

— et les *roches sédimentaires proprement dites*, comprenant surtout des calcaires coralliens et des alluvions.

ROCHES VOLCANIQUES AÉRIENNES

Les roches volcaniques aériennes ne sont importantes que dans la région du Mont Fatmalapa (Undine Bay). Elles forment des coulées et des dykes dans un ensemble comprenant des agglomérats, des brèches et des tufs de même origine.

ROCHES DE COULÉES

Basalte à augite.

L'échantillon étudié (VA-76) provient d'un affleurement de lave dans la partie moyenne de la vallée de la rivière Harris (Undine Bay).

Caractères macroscopiques. — La roche est de couleur foncée dans les gris avec des phénocristaux bien visibles de feldspaths, d'olivine et de pyroxène.

Caractères microscopiques. — La roche est holocristalline avec une texture micro-litique : deux temps de cristallisation avec des phénocristaux atteignant 1 mm de diamètre (40 % de la roche) et une pâte à microlites (60 %) (Pl. I, fig. 1).

Les minéraux présents se répartissent approximativement de la façon suivante :

	Phénocristaux ⁽¹⁾	Microlites ⁽¹⁾	Total ⁽¹⁾
Plagioclases (Ab ₁ An ₄ , bytownite)	35 %	30 %	65 %
Pyroxène (augite)	2 %	25 %	27 %
Péridot (olivine)	1 %	—	1 %
Magnétite	2 %	3 %	5 %
Apatite et produits d'altération	—	2 %	2 %

Les plagioclases, d'après l'angle maximum d'extinction des sections de la zone perpendiculaire à g^1 (45°), se rattachent à la bytownite. Les pyroxènes, un peu verdâtres, sont des augites et les péridots, des olivines très altérées en produits ferrugineux et en carbonates (Pl. I, fig. 2).

(1) Détermination quantitative approximative sur lame mince.

PLANCHE I

MICROPHOTOGRAPHIES DE ROCHES BASALTIQUES DE L'ÎLE DE VATE

FIG. 1. — Basalte à augite (aspect général de la roche).

Glomérule en croix de bytownite.

Echantillon VA-76 ; moyenne vallée de la rivière Harris. *Lumière polarisée*, $\times 60$.

FIG. 2. — Altération particulière d'un phénocristal d'olivine dans un basalte à augite.

En blanc, cristaux de carbonates (calcite ?) ; en gris sombre, avec structure orientée, produits ferrugineux. Noter aussi des produits d'altération (siliceux ?) présentant une allure sinueuse.

Echantillon VA-76 ; moyenne vallée de la rivière Harris. *Lumière naturelle*, $\times 60$.

FIG. 3. — Basalte à augite et olivine (aspect général de la roche).

Phénocristaux de labrador en poutrelles présentant de nombreuses taches de verre brun noir.

Echantillon VA-164 ; haute vallée du creek Emua. *Lumière naturelle*, $\times 60$.

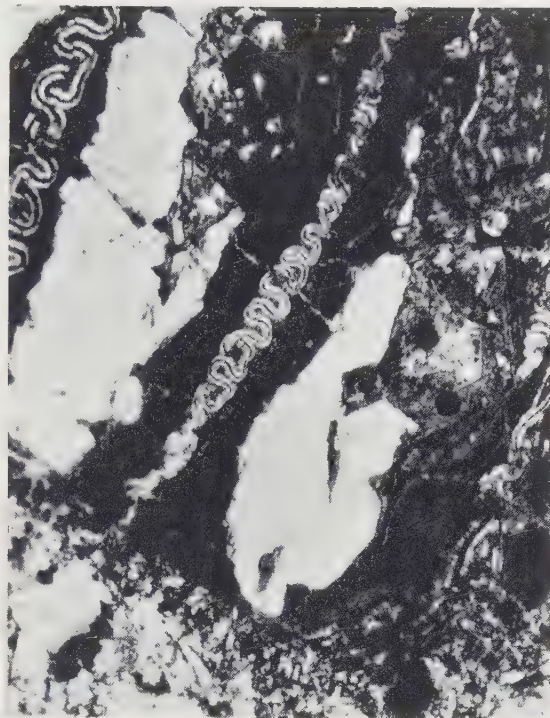
FIG. 4. — Phénocristal de labrador zoné dans un basalte à augite et à olivine.

Les nombreuses inclusions de verre dans le phénocristal sont réparties suivant les zones de croissance du cristal.

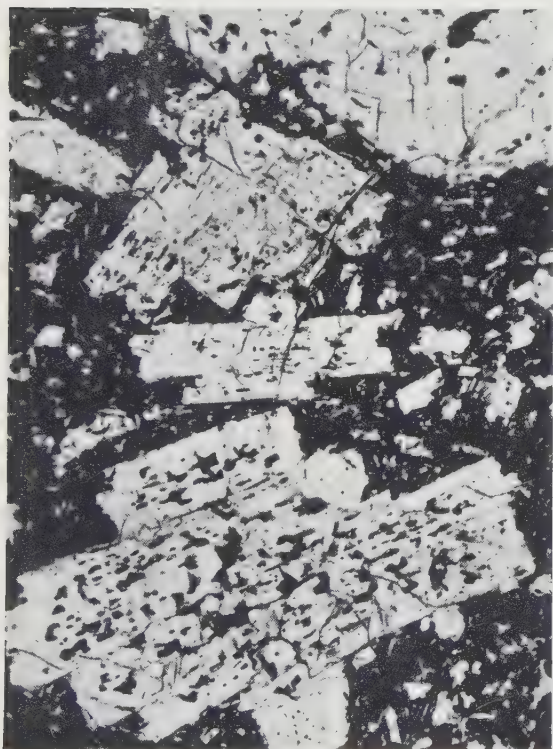
Echantillon VA-164 ; haute vallée du creek Emua. *Lumière naturelle*, $\times 60$.



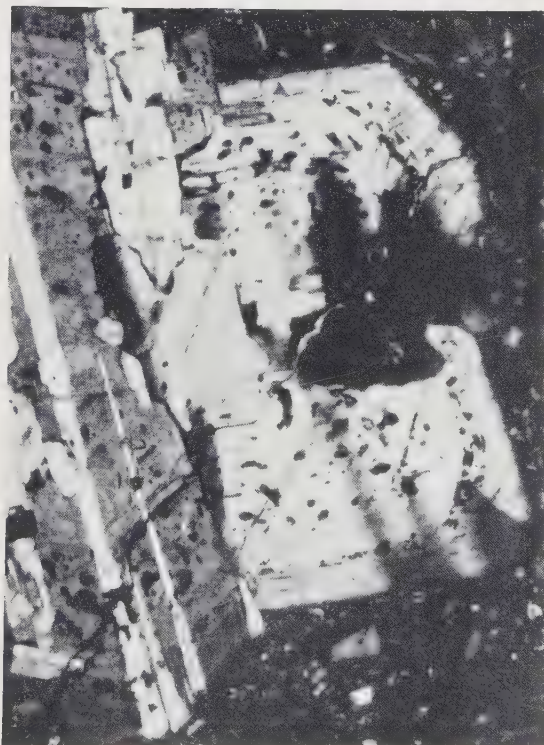
1



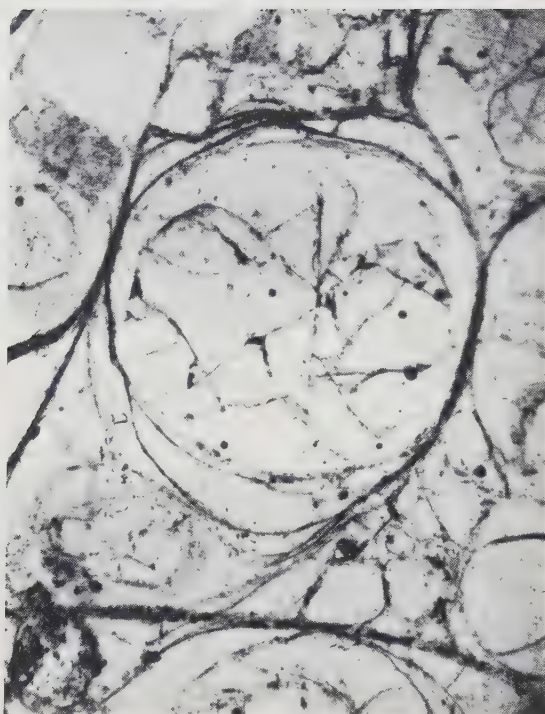
2



3



4



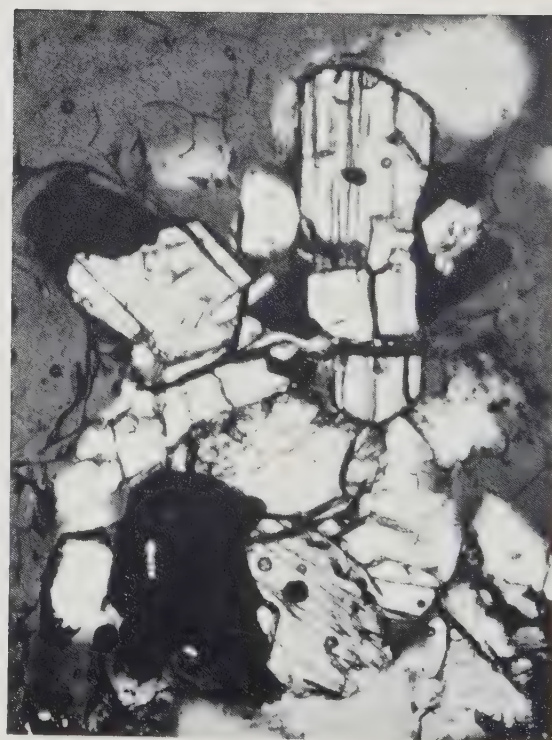
1



2



3



4

L'ordre de cristallisation est le suivant : — *Phénocristaux* : feldspaths, magnétite, augite, olivine ; — *Microlites* : magnétite, apatite, pyroxène et feldspaths.

Analyse chimique. — L'échantillon VA-76 a été analysé par les soins des laboratoires du Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques de l'Université de Nancy (C. R. P. G.). Les résultats sont consignés dans le tableau I.

Composition chimique en %		Composition virtuelle en %	
SiO ₂	44,76	Quartz	2,28
Al ₂ O ₃	19,99	Orthose	2,22
Fe ₂ O ₃	4,83	Albite	9,96
FeO	6,10	Anorthite	47,82
MnO	0,16	Diopside	8,21
MgO	6,13	Hypersthène	17,17
CaO	12,22	Magnétite	6,96
Na ₂ O	1,20	Ilménite	1,52
K ₂ O	0,43	Apatite	1,01
TiO ₂	0,85	An %	82
P ₂ O ₅	0,47	Σ b	34,87
H ₂ O 105°	0,79		
H ₂ O combinée	1,49		
<i>Total</i>	99,50		

Paramètres C. I. P. W. - Lacroix :
II (III). 5. (4) 5. 4'. [2. 1. '2. 2 (3).]

TABEAU I. — Compositions réelle et virtuelle d'un basalte à augite de Vaté (échantillon VA - 76).

PLANCHE II

MICROPHOTOGRAPHIES DE ROCHES ANDESITIKES DE L'ILE DE VATE

FIG. 1. — Perlite prélevée dans un tuf ponceux andésitique grossier.

Résidu de verre d'une andésite à hypersthène. Verre gris clair présentant la fissuration caractéristique des perlites.

Echantillon VA-35 ; haute vallée de la Bocoua. *Lumière naturelle*, × 60.

FIG. 2. — Andésite à hypersthène prélevée dans un tuf ponceux andésitique grossier.

Agrégat de phénocristaux (andésine en poutrelles, augite idiomorphe et corrodée, magnétite titanifère en grains et apatite en lamelles) noyé dans un verre brun noir.

Echantillon VA-22 ; haute vallée de La Cole. *Lumière naturelle*, × 60.

FIG. 3 — Phénocrystal d'andésine d'une andésite à hypersthène prélevée dans un tuf ponceux andésitique grossier.

Le phénocrystal d'andésine est noyé dans un verre gris clair à cassures perlitiques. Les bords sont nets ou diffus, parfois corrodés. Noter la présence de taches irrégulières de verre brun noir.

Echantillon VA-34 ; haute vallée de la Bocoua. *Lumière naturelle*, × 60.

FIG. 4. — Andésite à hypersthène prélevée dans un tuf ponceux andésitique grossier.

Agrégat de phénocristaux [andésine en plages, hypersthène (vers le haut) allongé et à bords arrondis, augite (vers le bas) idiomorphe et corrodée, magnétite titanifère en plages, apatite (en haut, à droite) en grains auréolés] noyé dans un verre brun clair à cassures perlitiques.

Echantillon VA-48 ; haute vallée de la Téuma. *Lumière naturelle*, × 60.

Basalte à augite et olivine.

L'échantillon étudié (VA-96) a été pris sur un affleurement de lave dans la vallée moyenne du creek « M ». Une coulée à structure en prismes est prise dans des agglomérats basaltiques.

Caractères macroscopiques. — La roche est de couleur grise, assez foncée, avec une structure cristalline à grands cristaux de feldspaths, de pyroxène et d'olivine.

Caractères microscopiques. — La roche est holocristalline avec une texture microlitique : deux temps de cristallisation avec des phénocristaux atteignant plus d'un millimètre de diamètre (30 % de la roche) et une pâte homogène à microlites (70 % de la roche).

Les minéraux se présentent approximativement dans les proportions suivantes :

	<i>Phénocristaux</i>	<i>Microlites</i>	<i>Total</i>
Plagioclases (Ab_2An_3 , labrador)	20 %	30 %	50 %
Pyroxène (augite)	3 %	30 %	33 %
Péridot (olivine)	7 %	—	7 %
Magnétite	1 %	8 %	9 %
Apatite et minéraux d'altération	—	1 %	1 %

Les plagioclases appartiennent à la famille du labrador avec 60 % d'anorthite. Les pyroxènes bien définis, souvent maclés, sont de l'augite légèrement colorée en vert pâle et les péridots sont représentés par de l'olivine toujours altérée (produit ferrugineux et carbonate).

L'ordre de cristallisation est le suivant : — *Phénocristaux* : feldspaths, magnétite, olivine et augite ; — *Microlites* : magnétite, apatite, augite et feldspaths.

ROCHES DE DYKES**Basalte à augite et olivine.**

L'échantillon (VA-164) a été pris sur un affleurement du dyke intrusif du Fatmalapa dans la haute vallée du creek Emua (Undine Bay).

Caractères macroscopiques. — La roche est de couleur foncée avec une structure à grands cristaux de feldspaths, d'augite et d'olivine noyés dans un ensemble finement cristallisé.

Caractères microscopiques. — La roche est holocristalline à texture microlitique (Pl. I, fig. 3) : deux temps de cristallisation avec des phénocristaux atteignant le millimètre (50 % de la roche) et une pâte homogène à microlites (50 % de la roche).

Les minéraux se présentent approximativement dans les proportions suivantes :

	<i>Phénocristaux</i>	<i>Microlites</i>	<i>Total</i>
Plagioclases (Ab_2An_3 , labrador)	30 %	24 %	54 %
Pyroxène (augite)	15 %	20 %	35 %
Péridot (olivine)	4 %	—	4 %
Magnétite et pyrite	1 %	6 %	7 %
Minéraux d'altération	—	<i>pour mémoire</i>	—

Les plagioclases appartiennent à la famille du labrador avec 60 % d'anorthite. Ils sont souvent zonés et contiennent alors des inclusions de verre brunâtre réparties suivant les zones de croissance (Pl. I, fig. 4). Les pyroxènes bien définis sont légèrement colorés en vert pâle et les périclites sont représentés par de l'olivine malheureusement très altérée (produits ferrugineux).

L'ordre de cristallisation est le suivant : — *Phénocristaux* : feldspaths, magnétite, olivine, augite, pyrite ; — *Microlites* : magnétite, apatite, augite, feldspaths et pyrite.

Analyses chimiques. — Un échantillon nommé « basalte porphyrique à olivine » a été ramassé par D. Mawson (1905, p. 470). Il a été analysé par ses soins, et il est possible de comparer cette analyse avec celle de l'échantillon VA-164, effectuée dans les laboratoires du C.R.P.G. (tableau II).

Composition chimique en %			Composition virtuelle en %		
	D. Mawson	VA-164		D. Mawson	VA-164
SiO ₂	43,98	47,07	Quartz		4,68
Al ₂ O ₃	17,69	18,00	Orthose	3,34	2,22
Fe ₂ O ₃	5,97	5,67	Albite	11,53	13,62
FeO	6,68	5,88	Anorthite	40,59	40,59
MnO	—	0,19	Diopside	27,90	13,62
MgO	7,83	5,57	Hypersthène ...	27,90	12,29
CaO	11,71	12,03	Olivine	2,57	—
Na ₂ O	1,34	1,66	Magnétite	8,82	8,12
K ₂ O	0,64	0,43	Ilménite	2,28	1,52
TiO ₂	1,20	0,80	Apatite	0,67	1,01
P ₂ O ₅	0,32	0,40	An %	78	75
H ₂ O 105°	1,77	1,18	Σ b	42, 2	36,02
H ₂ O combinée ..	0,95	0,98			
<i>Total</i>	100,08	99,86	Paramètres C. I. P. W. - Lacroix :		
			D. Mawson : 'III. 5. 4' 4. [2. 1'. '2. 2'.]		
			VA - 164 : II (III). '5. 4'. 4 (5). [2. 1. 2. 2 (3).]		

TABLEAU II. — Compositions réelles et virtuelles de basaltes à augite et à olivine de Vaté.

Altération hydrothermale de la roche. — Le dyke de basaltes à augite et olivine du Pic Fatmalapa a subi les effets d'une action hydrothermale qui a provoqué l'altération de la roche ; un échantillon (VA-152) provenant du creek Emua (haute vallée) et pris sur un affleurement assez éloigné de la zone affectée par l'action hydrothermale montre des cristaux de chlorites, une altération poussée des périclites avec transformation en produits ferrugineux et en carbonates et une imprégnation diffuse par des petits cristaux de pyrite. Dans un autre exemple (VA-83), plus proche de la zone altérée, les feldspaths se transforment en damourite et les périclites sont envahis par de la calcédoine et du quartz ; les minerais, surtout la pyrite, sont devenus très abondants. Un autre échantillon (VA-106), prélevé dans la zone médiane présente une altération très poussée avec damourite, calcédoine, quartz et pyrite envahissant les cristaux de feldspaths et d'olivine ; seuls sont restés à peu près intacts les cristaux d'augite affectés seulement par une imprégnation de pyrite dans les clivages. Dans cette zone très altérée, il existe de nombreux filons de quartz à barytine, légèrement pyriteux.

*AGGLOMÉRATS, BRÈCHES ET TUFES***Agglomérats et brèches basaltiques rubéfiés.**

De couleur rouge ou violacée, ils contiennent des morceaux de laves bulleuses très altérées, sans doute des basaltes à augite et olivine. Ils alternent avec des coulées de basaltes à augite et olivine (VA-96) et sont traversées par des dykes de basaltes porphyriques à augite et olivine (VA-164).

Tufs basaltiques.

Faisant suite en remplacement des agglomérats et des brèches, il existe des tufs basaltiques fins à galets et blocs de roches basaltiques. Ces derniers, qui affleurent juste sous les calcaires coralliens (Fatmalapa), sont imprégnés de calcite et d'oxydes de manganèse (2 à 3 %).

ROCHES VOLCANIQUES SOUS-MARINES

TUFS PONCEUX MASSIFS ANDÉSITIQUES A HYPERSTHÈNE

Homogènes dans la masse, les tufs massifs sont très irréguliers dans le détail. Ils forment la plus grande partie des massifs montagneux de l'île (Mont Mac Donald et Pic Pointu). Les variétés rencontrées sur le terrain sont les suivantes :

Tufs ponceux andésitiques grossiers.

Ils contiennent des fragments très étirés de ponces de couleur gris-cendre, des morceaux de verres noirs ou brunâtres, des galets et des noyaux de laves bulleuses de couleur foncée, reliés par une poussière ponceuse. Des échantillons de ponces et de laves bulleuses ont été étudiés par D. Mawson (1905, p. 456 : échantillons provenant du soubassement de l'île Léléppa) et par A. Lacroix (1940, p. 54 : échantillons provenant de l'embouchure des rivières Téuma et Mélé). D'après A. Lacroix, le verre constituant les ponces contient des phénocristaux de plagioclase et augite accompagnés de microlites de feldspaths ; le ciment est formé par une poussière de même nature avec parfois de la calcite secondaire.

Pour mon compte, j'ai ramassé, dans les vallées entaillant profondément ces roches, plusieurs échantillons pris en place dans les tufs : VA-22 venant de la haute vallée de La Cole, VA-34 et VA-35 de la haute vallée de la Bocoua et VA-48 de la haute vallée de la Téuma. Ils ont été étudiés en lames minces.

Caractères macroscopiques. — Les échantillons se présentent sous l'aspect de morceaux de verres noirs ou brunâtres, contenant des cristaux blancs de feldspaths, ou de morceaux arrondis de verres noirs bulleux riches en cristaux de feldspaths.

Caractères microscopiques. — Ces roches sont essentiellement formées par du verre incolore ou brunâtre en lame mince (90 %), verre parcouru par des cassures perlitiques (Pl. II, fig. 1) et contenant des phénocristaux de l'ordre du millimètre (Pl. II, fig. 2).

Les minéraux se présentent approximativement dans les proportions suivantes :

	<i>Phénocristaux</i>	<i>Verre</i>	<i>Total</i>
Plagioclases (Ab_3An_2 , andésine)	6 %	—	6 %
Augite, hypersthène, magnétite, apatite	4 %	—	4 %
Verre	—	90 %	90 %

Les plagioclases consistent en cristaux nets, automorphes, tantôt parfaitement limpides, tantôt riches en inclusions vitreuses brunes, et en grains d'augite et de magnétite. Dans certaines lames minces (VA-34 et VA-48), les plagioclases sont bordés par une dentelle extrêmement riche en verre brunâtre (Pl. II, fig. 3). Ces plagioclases souvent zonés appartiennent à la famille de l'andésine avec de 35 à 20 % d'anorthite.

Composition chimique :	D. Mawson	A. Lacroix n° 1	A. Lacroix n° 2	VA-35	VA-48
SiO ₂	63,60	66,25	65,48	64,36	63,43
Al ₂ O ₃	15,84	15,40	14,92	16,05	15,62
Fe ₂ O ₃	1,45	2,02	1,23	1,02	1,72
FeO	2,72	1,84	2,86	2,37	2,08
MnO	—	0,08	0,10	0,11	0,11
MgO	1,14	0,72	0,79	0,65	1,08
CaO	3,03	2,02	2,30	3,18	2,96
Na ₂ O	4,33	4,52	3,75	3,58	3,35
K ₂ O	3,26	4,78	4,47	4,40	4,70
TiO ₂	0,70	0,76	0,80	0,60	0,50
P ₂ O ₅	0,10	0,09	0,07	0,22	0,16
H ₂ O+	3,88	0,91	3,18	0,13	3,62
H ₂ O-	0,30	0,83	0,14	2,71	0,40
Perte au feu .				0,16	
<i>Total</i>	100,35	100,23	100,09	98,06	99,78

Composition virtuelle :

Quartz	16,86	16,74	19,14	18,42	17,34
Orthose	19,46	28,36	26,69	26,13	27,80
Albite	36,68	38,25	31,96	29,87	27,77
Anorthite	13,90	7,51	10,29	14,73	13,90
Diopside	0,12	0,70	0,12	—	—
Hypersthène .	5,44	2,20	5,04	4,09	5,75
Magnétite	2,09	3,02	1,86	1,39	2,55
Ilménite	1,37	1,52	1,52	1,22	0,91
Apatite	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
An %	27	16	24	33	33
Σ b	9, 4	7, 8	8, 9	7,04	9,55

Paramètres C. I. P. W. - Lacroix :

D. Mawson : Dacitoïde andésinique (« Hypersthène andésite perlite »)

(île Léléppa) I (II). 4. 2'. '4. [(2) 3. 1. 1. 3']

A. Lacroix n° 1 : Rhyolitoïde à tridymite (rivière Mélé, Vaté) .. I'. 4'. '2. 3.

A. Lacroix n° 2 : Perlite (rivière Mélé, Vaté) I'. 4. 2. 3.

VA - 35 : Andésite à hypersthène (vallée de Bocona, Vaté) I'. 4. 2'. 3 [2 (3). 1. 1. '4.]

VA - 48 : Andésite à hypersthène (vallée de la Téuma, Vaté) I (II). 4. 2'. 3. [(2) 3. 1. 1. 3.]

TABLEAU III. — Compositions réelles et virtuelles d'éléments des tufs ponceux andésitiques grossiers des îles Vaté et Léléppa.

L'hypersthène en prismes rectangulaires a un très faible pléochroïsme. L'augite, caractérisée par son angle d'extinction, a une couleur verte légère. La magnétite en grains est souvent accolée aux cristaux d'hypersthène et l'apatite se trouve en cristaux allongés recoupant souvent les autres (Pl. II, fig. 4).

L'ordre de cristallisation est le suivant : apatite, magnétite, hypersthène, augite et feldspaths.

Analyses chimiques. — Des analyses ont été faites par D. Mawson et A. Lacroix. Il y a lieu de les comparer avec celles effectuées pour mon étude (échantillons VA-35 et VA-48) (tableau III).

Tufs ponceux massifs andésitiques clairs.

Ils constituent la majorité des affleurements et ne contiennent que des fragments étirés de ponce reliés par une poussière de même constitution, riche en magnétite titanifère.

Brèches ponceuses andésitiques.

Dans ce cas, les tufs très grossiers comportent une grande proportion de galets des laves bulleuses étudiées plus haut avec parfois des blocs de silice amorphe (VA-37 : calcédoine et jasper rouge) et des galets de roches silicifiées (VA-41). Ces brèches sont à l'origine des galets de laves que l'on trouve dans les alluvions des grandes rivières.

ROCHES VOLCANO - SEDIMENTAIRES

Le matériel qui les constitue est volcanique : fines ponces, débris de verre, etc... Il provient des tufs ponceux massifs andésitiques à la suite d'un entraînement par les eaux de ruissellement et du dépôt dans des cuvettes de sédimentation sous-marines. Ces roches stratifiées contiennent principalement des fragments de ponces, des débris de verre, des morceaux de minéraux (feldspaths, augite, hypersthène, magnétite et apatite), des fossiles (en particulier des Globigérinidés) et une bonne proportion de calcite.

Sur le terrain, les affleurements de tufs andésitiques volcano-sédimentaires ont été classés dans les catégories suivantes :

Tufs ponceux grossiers stratifiés.

Ces tufs forment des bancs dépassant un mètre d'épaisseur. Leur composition est très voisine des tufs ponceux andésitiques massifs décrits plus haut.

Tufs ponceux fins stratifiés.

Ces roches apparaissent en bancs de faible épaisseur (10 à 40 cm). Le matériel volcanique qui les compose est à grain fin avec une certaine proportion de calcite secondaire. Souvent la stratification est entrecroisée avec des passages de tufs plus grossiers.

Un échantillon (VA-66) ramassé en place dans la vallée de la rivière Russet, affluent de la rive droite de La Cole, a été étudié en lame mince.

Caractères macroscopiques. — Cette roche de couleur claire est stratifiée en bancs de faible épaisseur. En principe, elle est très friable, mais l'échantillon a été pris dans un banc de vingt centimètres d'épaisseur, suffisamment dur pour permettre son étude en lame mince sans traitement préalable.

Caractères microscopiques. — Sur un fond de calcite bien homogène, il existe :

- des morceaux de verre brunâtre contenant des cristaux de plagioclases zonés à inclusions rattachés à l'andésine, de magnétite, d'augite, d'hypersthène et d'apatite ;
- des morceaux de ponces étirés ;
- des cristaux isolés et arrondis de plagioclases, certains cassés et ressoudés par de la calcite ;
- des cristaux isolés d'augite et d'autres d'hypersthène ;
- des cristaux isolés de magnétite et d'apatite ;
- des coupes de Globigérinidés (deux dans la plaque).

Tufs argiloïdes clairs stratifiés.

Stratifiés en bancs de faible épaisseur (10 à 20 cm), les tufs argiloïdes contiennent une certaine proportion de matière argiloïde et ressemblent à des marnes claires (« Soaps-tones » de D. Mawson). Souvent la stratification est entrecroisée avec des passages de tufs plus grossiers.

Un échantillon (VA-44) a été pris en place sur des affleurements de tufs andésitiques au pied de la falaise calcaire qui domine le bord ouest de la vallée de la Téuma, au niveau de son embouchure.

Caractères macroscopiques. — La roche est tendre avec une couleur gris jaune clair. Elle se présente en bancs de dix centimètres d'épaisseur bien distincts les uns des autres.

Caractères microscopiques. — Ici, il n'existe pas de fond de calcite, mais un très grand nombre de petits Globigérinidés sont entourés par une pâte opaque en lumière polarisante. En plus, il faut citer : des feldspaths plagioclases ; des hypersthènes peu nombreux ; des apatites ; des débris de ponces étirées ; des débris de verres à cassures perlitiques ; une coupe d'un Foraminifère différent des Globigérinidés, probablement un Textulariidé (?) et deux coupes circulaires rondes attribuées à des Dentaies (?).

Tufs argiloïdes bleutés stratifiés.

Ces tufs se présentent en bancs de faible épaisseur (10 à 50 cm). Avec un matériel volcanique très fin, ils contiennent de la pyrite soit colloïdale, soit sous forme de petits cristaux cubiques à peine visibles à l'œil nu. Parfois la pyrite est altérée et le tuf devient dur et cassant avec une couleur brune.

Tufs ponceux bruns stratifiés.

Ils forment des bancs de faible épaisseur (10 à 30 cm). Parfois dans la série des tufs argiloïdes clairs, il existe des bancs de tufs ponceux imprégnés par des oxydes de manganèse (2 à 3 %).

Tufs calcaires stratifiés.

Leurs bancs ont une faible épaisseur (30 à 60 cm). Intercalé dans les tufs argiloïdes, il existe parfois un banc de roches contenant du matériel volcanique fin, relié par de la

calcite avec entre autres des débris de ponces, des fragments de minéraux, des Foraminifères et une espèce de *Dentalium* (D. Mawson, 1905, p. 437).

ROCHES SEDIMENTAIRES

Les roches sédimentaires sont abondantes dans l'île de Vaté. Sur le terrain, j'ai rencontré les variétés suivantes.

Calcaires détritiques à éléments volcaniques.

En bancs de faible épaisseur (40 à 60 cm), ils contiennent encore des matériaux volcaniques fins représentés par des débris de ponces et des minéraux. Le ciment est calcaire avec des Foraminifères. En principe, ils se situent entre les tufs et les calcaires coralliens. Parfois, ils passent latéralement à des brèches calcaires contenant des morceaux anguleux de tufs ponceux ; dans ce cas, le ciment est légèrement silicifié. Ailleurs, le ciment est imprégné par des oxydes de manganèse et il prend alors la couleur brune. Dans cette roche, E. Aubert de la Rüe signale *Dallina vitilevensis* LADD du Pliocène supérieur (1956, p. 76).

Au cours des reconnaissances effectuées dans la région de Port-Havannah, une assise fossilifère correspondant aux calcaires à éléments volcaniques a été trouvée dans la moyenne vallée de la rivière Marona, branche sud. Elle contient une Térabratule reconnue comme étant *Dallina vitilevensis* LADD d'après les descriptions faites par R. Abrard sur celles trouvée par Aubert de la Rüe (1946-47, p. 21) dans un calcaire tufacé de ce même plateau et une Rynchonelle en trop mauvais état pour être déterminée de façon précise. En plus, il faut citer des débris de Madrépores (*Fungia*), de nombreux piquants d'Echinodermes, des empreintes et des morceaux de Lamellibranches, et des Foraminifères dans le ciment. Cet ensemble de fossiles est analogue à celui signalé par R. Abrard et la présence de *Dallina vitilevensis* permet d'attribuer le calcaire détritique au Pliocène supérieur.

Calcaires détritiques coralliens.

Stratifiés en bancs de faible épaisseur (10 à 20 cm), les calcaires détritiques sont composés par des débris de fossiles et de coraux reliés par un ciment friable. Souvent la stratification est entrecroisée. Sur le terrain, ils affleurent en poches dans les calcaires coralliens qui surmontent les calcaires détritiques à éléments volcaniques. Un échantillon (VA-112) provenant du creek Sama dans la région d'Undine Bay a été pris en place dans des passages de calcaires détritiques finement stratifiés passant latéralement aux calcaires coralliens massifs qui recouvrent à cet endroit les formations volcaniques.

Sur un fond calcaire en voie de recristallisation, il existe un grand nombre de fossiles parmi lesquels il est possible de reconnaître :

- une trace de Polypier en partie disparu par suite de la recristallisation ;
- de nombreuses Algues appartenant aux groupes des Mélobésiées (*Lithothamnium* ?) et des Corallinés (*Amphiroa* ?) ;
- des piquants et des plaques d'Echinodermes ;
- des Bryozoaires ;
- et un grand nombre de Foraminifères appartenant aux familles des Rotaliidés, des Globigérinidés et des Miliolidés ;
- des débris d'un corps organisé, probablement de tissu osseux de Poissons (dents).

En plus, quelques cristaux de feldspaths plagioclases ont parfois la particularité d'être éclatés en plusieurs morceaux réunis par de la calcite. Les différents éléments s'éteignent simultanément laissant supposer une simple translation après éclatement ; (observation analogue à celle de J. Avias, 1952-53, Pl. VIII, fig. 3 et p. 55).

Calcaires coralliens.

Très variables en structure, texture et couleur, les calcaires coralliens sont parfois stratifiés en banes épais (plusieurs mètres) aux limites peu visibles. Ailleurs, ils contiennent des passages de calcaires détritiques finement stratifiés. Le plus souvent, ils sont massifs, en voie de recristallisation, et il n'existe que de rares vestiges de coraux avec par endroits quelques empreintes de fossiles. D. Mawson (1905, p. 442) a pu reconnaître dans les calcaires coralliens recouvrant la colline Shépherd (cote 175), au Sud de Port-Vila, les espèces suivantes récoltées au sommet de la colline :

— Corallidés : *Astroea* sp., *Cyphastroca* sp., *Porites* sp.

et d'autres, plus nombreuses, provenant de la base de cette même colline :

— Corallidés : *Coelaria*, *Leptastroea*, sp., *Madrepora* sp.

— Pélécypodes : *Arca antiquata* LINNÉ, *Circe gibba* LEMEYRIE, *Spondylus varians* SOWERBY.

— Gastéropodes : *Conus lividus* HWASS, *Mitra coronata* LAMARCK.

— Algues : *Halimeda hopuntia* ELLIS et SOLANDER.

Personnellement, malgré de nombreuses recherches sur le terrain, les calcaires, toujours en partie recristallisés, ne m'ont révélé que de rares Corallidés, entre autres : *Astroea* et *Coelaria*, et quelques Pélécypodes, entre autres : *Arca* et *Spondylus*. Un échantillon, VA-93, a été étudié en lame mince. Il provient des banes de calcaires coralliens qui recouvrent les formations volcaniques du Fatmalapa. La roche est presque entièrement recristallisée et des cristaux de calcite envahissent les fossiles sans respecter leur structure. Il y a, dans la lame, un bel exemple de cette recristallisation : des cristaux de calcite envahissent indifféremment un Foraminifère (Rotaliidé ?) en faisant disparaître les caractéristiques de ce dernier (loges et cloisons).

Calcaires coralliens subactuels.

Ces roches correspondent aux derniers soulèvements de l'île. En général, les calcaires sont massifs avec une structure et une couleur très variables. Ils comportent toujours une grosse quantité de vestiges de coraux et des fossiles subactuels. Les plus courants sont les suivants :

— Pélécypodes : *Pecten* sp., *Tridacna gigas* LINNÉ.

— Corallidés : *Goniastrea* sp., *Stylophora palmata* BLAINV.

— Gastéropodes : *Conus lividus* HWASS.

Sables et cailloutis calcaires subactuels.

Ces roches se rencontrent sur le bord de mer actuel et sur la plateforme littorale où elles correspondent aux anciens récifs frangeants, mis à jour par le dernier exhaussement de l'île. Elles sont composées par des sables et des graviers calcaires contenant de nombreux débris de Coraux et de coquillages très divers. Souvent, il existe un mélange intime avec des ponces venues du large et transportées sur la plateforme littorale par la grosse mer (cyclones) et les raz de marée.

Une plage soulevée, située à 4 mètres au-dessus du niveau actuel de la mer, a été découverte par E. Aubert de la Rüe, en 1935, et les fossiles ont été étudiés par R. Abrard (1946-47, p. 100). Cette plage est riche en Mollusques subfossiles :

Spondylus ducalis CHEMN. ; *Arca antiquata* LINNÉ ; *Chama limbula* LAMARCK ; *Circe pectinata* LINNÉ ; *Codokia divergens* PHIL. ; *Turbo radiatus* GMELIN ; *Nerita filosa* REEVE ; *Nerita lineata* CHEMM. ; *Natica mamilla* LINNÉ ; *Cerithium petrosum* WOOD ; *Cerithium morum* LAMARCK ; *Strombus floridus* LAMARCK ; *Strombus gibberulus* LINNÉ ; *Strombus luhuanus* LINNÉ ; *Cypraea moneta* LINNÉ ; *Nassa globosa* Q. et G. ; *Nassa arcularia* LINNÉ ; *Nassa monile* KIENER ; *Peristernia spinosa* MARTYN ; *Peristernia ustulata* REEVE ; *Mitra plicaria* LINNÉ ; *Conus* cf. *flavidus* LAMARCK ; *Drillia* cf. *auriculifera* LAMARCK.

J'ai pu, sans difficulté, retrouver cette plage soulevée. Elle correspond bien au dernier soulèvement général de l'île (5 mètres environ) qui a dû se faire à une époque récente. A un kilomètre de ce gisement fossilifère, il existe, dans la tranchée creusée par le creek « H » (fig. 5), de grands *Tridacna gigas* LINNÉ.

Sables ponceux gris.

Ce genre de sables se rencontre au bord de mer, au fond des baies où arrivent les principales rivières drainant les montagnes en tufs ponceux. Ils sont composés par du matériel volcanique fin et roulé (débris de ponces et de minéraux), mélangés avec des débris calcaires et des résidus végétaux. Ils contiennent toujours une certaine proportion de magnétite légèrement titanifère.

Récifs frangeants actuels.

Avec les conditions climatiques favorables, le corail continue son développement et il existe, tout autour de l'île, des récifs frangeants parfois importants.

Alluvions des rivières.

A Vaté, les alluvions occupent de grandes surfaces, telle la Plaine de Mélé par exemple. Elles comportent les variétés suivantes :

- Sables ponceux à magnétite très anisométriques et contenant toujours une certaine proportion de limon et d'humus quand ils sont voisins de la surface du sol ;
- Cailloutis grossiers avec des galets de laves, des ponces, des débris de minéraux et de la magnétite. Ils affleurent surtout en traînées aux emplacements des anciens lits de rivière ;
- Des conglomérats formés par des galets de laves et des morceaux de tufs ponceux reliés par une argile claire parfois bleutée ;
- Des conglomérats avec des galets de laves, des morceaux de tufs ponceux et des galets calcaires reliés par un mélange de limon brun et de sables ponceux à magnétite.

Roches d'altération.

Etant donné le climat de l'île et l'exubérance de la végétation, les roches sont très altérées.

Les calcaires donnent en sous-bois une argile latéritique brune en surface (mélange avec de l'humus), rouge en-dessous et rose à la base. Cette argile repose sur un substratum calcaire très irrégulier et elle peut atteindre une grande épaisseur (5 à 10 mètres).

Les tufs stratifiés et les tufs ponceux massifs donnent en sous-bois une faible épaisseur d'argile latéritique rouge en surface et blanche en profondeur. Ils s'altèrent moins facilement que les calcaires.

DESCRIPTIONS RÉGIONALES

REGION DE PORT-VILA - ERAKOR

Cette région peu élevée (200 à 250 mètres au maximum) est presque uniquement formée par des calcaires coralliens surélevés. En effet, les tufs fins stratifiés apparaissent seulement le long des falaises créées par le jeu des failles verticales très abondantes, par exemple, les bords de la vallée de la Téuma, la rive gauche de la Tagabé, les hauteurs de Port-Vila (fig. 3). La stratification des couches de tufs est presque toujours horizontale. Parfois, il existe un léger pendage SSW de 8° (Montmartre).

Le bord de mer très découpé doit également son figuré aux failles verticales orientées suivant quatre directions : NW-SE et NE-SW, N-S et E-W. Les failles de directions NW-SE et NE-SW sont dominantes dans les secteurs Erakor et Eratap (vallée de la Téuma et lagon d'Erakor) et celles N-S et E-W dans le secteur Port-Vila (rade de Port-Vila, Pointe Malapoa, îlots Vila et Iririki).

Les calcaires coralliens n'ont pas plus de trente mètres d'épaisseur. Ils correspondent au développement des coraux au Quaternaire, coraux masquant les affleurements de tufs stratifiés plus anciens. Emergés depuis une période assez longue, ces calcaires sont recouverts d'une épaisse couche de terre d'altération propice à toutes cultures.

La plateforme littorale n'est vraiment importante que dans le voisinage des villages Erakor et Eratap. Son soubassement est formé par les récifs frangeants surélevés au cours du dernier exhaussement général de l'île (de 0 à 5 mètres), par exemple la Pointe Pango.

Les récifs frangeants actuels sont bien développés tout le long de la côte et leur croissance menace de combler une partie de la rade de Port-Vila. Les îlots bas, comme Erakor et Eratap, sont formés par une accumulation de sables coralliens actuels. Et les îlots élevés, comme Vila et Iririki, correspondent à des récifs coralliens surélevés. A Iririki, il existe deux gradins d'exhaussement, un à 30 mètres et l'autre à 5 mètres.

REGION DE MÉLÉ

Cette région (fig. 3) comprend trois secteurs bien différents : la montagne, les plateaux et la plaine.

La montagne ou *Massif du Mont Mac Donald et des Trois Monts* (altitude de 400 à 650 mètres) est formée presque uniquement par des tufs ponceux massifs. Au Sud des principaux sommets, les tufs massifs sont recouverts par des tufs stratifiés contenant un banc de tuf pyriteux bleu. Il n'y a pas de calcaires coralliens. Les principales lignes de crêtes résultent du jeu des failles et, dans la haute vallée de La Cole, il existe dans

les tufs stratifiés recouvrant les tufs ponceux des pendages de 15° SW montrant une tendance au basculement de certains compartiments compris entre des failles perpendiculaires. La montagne est visible en coupe dans la haute vallée de La Cole, la moyenne

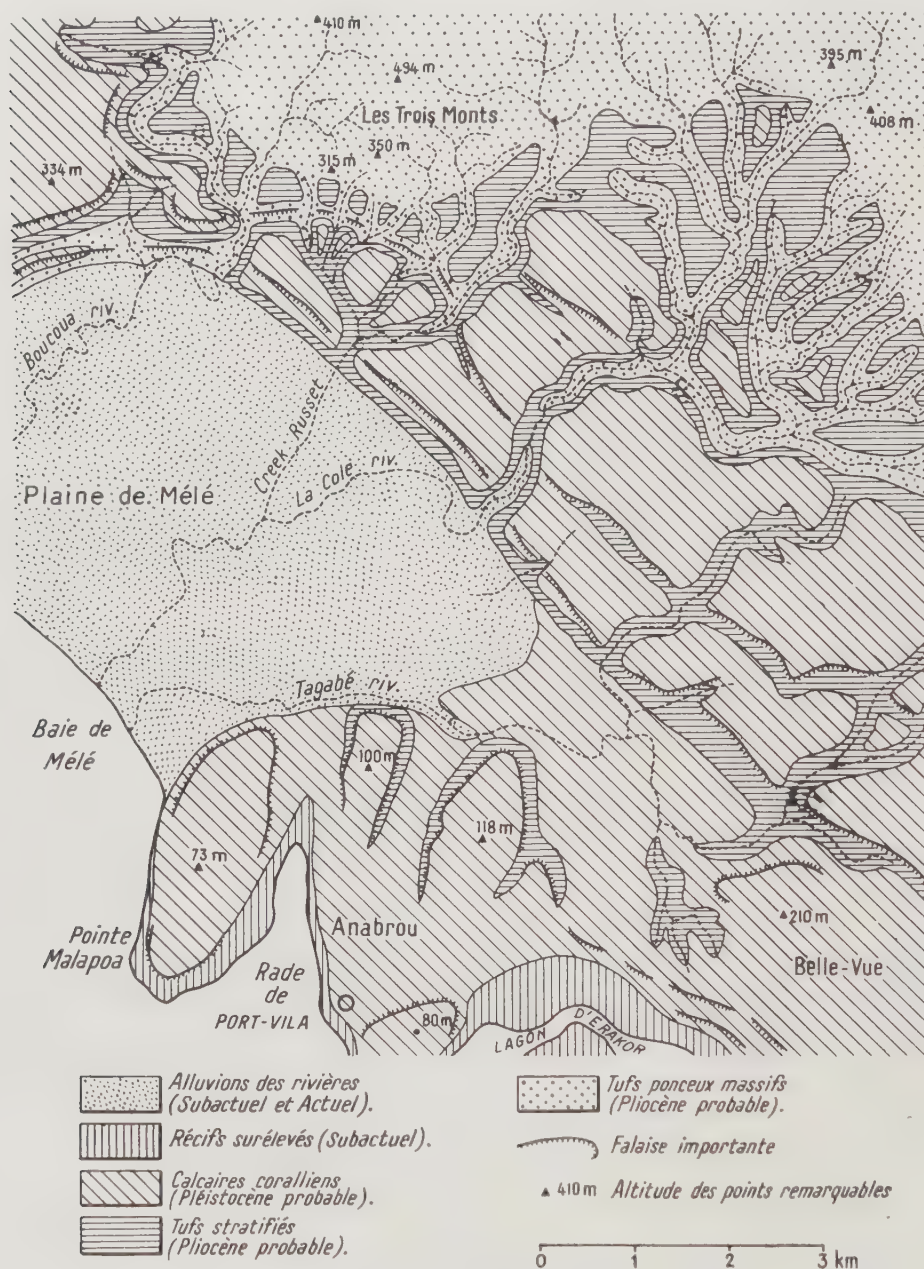


FIG. 3. — Carte géologique de la région de Mélé (Ile de Vaté) (Echelle : 1/80.000°).

et la haute vallée de la Bocoua. Elle est apparemment limitée par des failles verticales NW-SE (vallée de La Cole), NE-SW (vallée de la Bocoua, faille bordant le plateau de Tuku-Tuku) et E-W (moyenne vallée de la Bocoua).

Les *plateaux* se situent entre les altitudes 50 et 400 mètres. Ils sont, en surface, formés par des calcaires coralliens surélevés recouverts par une épaisse couche de terre d'altération masquant les affleurements. L'épaisseur de ces derniers ne dépasse pas 25 mètres. En-dessous, affleurent des tufs stratifiés quasi-horizontaux qui ne dépassent pas 50 mètres d'épaisseur. Plus bas, les tufs ponceux massifs sont visibles dans les vallées profondes (La Cole et Bocoua). Du Nord au Sud, dans les bassins des rivières La Cole et Bocoua, les plateaux forment quatre gradins limités par des failles de direction NW-SE.

La plaine, ou *Plaine de Mélé*, est formée par les alluvions des rivières Tagabé, La Cole et Bocoua, recouvrant probablement un fond de calcaires coralliens. En effet, il existe par endroits de grands cratères d'effondrement atteignant plus de 15 mètres de profondeur. L'altitude varie de 0 à 50 mètres. Les alluvions sont surtout constituées par des sables ponceux à magnétite mélangés avec des limons et des cailloutis. Des sables à magnétite titanifère (D. Mawson, 1905, p. 434 : Fe, 45,6 % et TiO₂, 3,5 %) se sont accumulés sur le bord de mer où ils sont enrichis par le mouvement des vagues.

RÉGION DE TUKU-TUKU

Cette région (fig. 4) comprend deux secteurs bien différents : le plateau d'une part, la plate-forme littorale et l'îlot Chapeau, d'autre part.

Le *plateau* monotone voit son altitude monter de 150 à 350 mètres en allant du SW au NE. Il est coupé par des vallées peu profondes (rivière de Tuku-Tuku) et son sous-sol est formé par des calcaires coralliens surélevés ne dépassant pas 30 mètres d'épaisseur et toujours recouverts par une épaisse couche de terre d'altération. En-dessous, des tufs stratifiés recouvrent des tufs ponceux massifs. Dans la moyenne vallée de Tuku-Tuku, la succession stratigraphique est la suivante, de bas en haut :

— tufs ponceux massifs	100 m. d'épaisseur (1)
— tufs ponceux stratifiés	75 m.
— un banc de calcaires détritiques	1 m.
— terre brune et rouge d'altération à tendance latéritique	10 m.

Les couches stratifiées ont toujours un léger pendage vers le SW variant de 5 à 15°. Ce plateau est limité par des falaises au NW et au SE marquant le passage de failles grossièrement SW-NE.

La *plateforme littorale* est peu élevée au-dessus du niveau de la mer (de 0 à 5 mètres). Elle est formée par des éboulis de pente, de la terre brune, des débris de coraux reposant sur un ancien récif frangeant corallien surélevé et constitué essentiellement par des débris de coraux reliés par un ciment blanc marno-calcaire durcissant à l'air : la Pointe du Diable, par exemple.

L'*îlot Chapeau* est constitué par une calotte de calcaires coralliens surélevés recouvrant des tufs ponceux stratifiés. Autour du piton central (45 mètres d'altitude), une plateforme littorale correspondant au dernier soulèvement (5 mètres) est formée par des sables et des calcaires coralliens récents.

(1) Les épaisseurs sont les épaisseurs maxima observées.

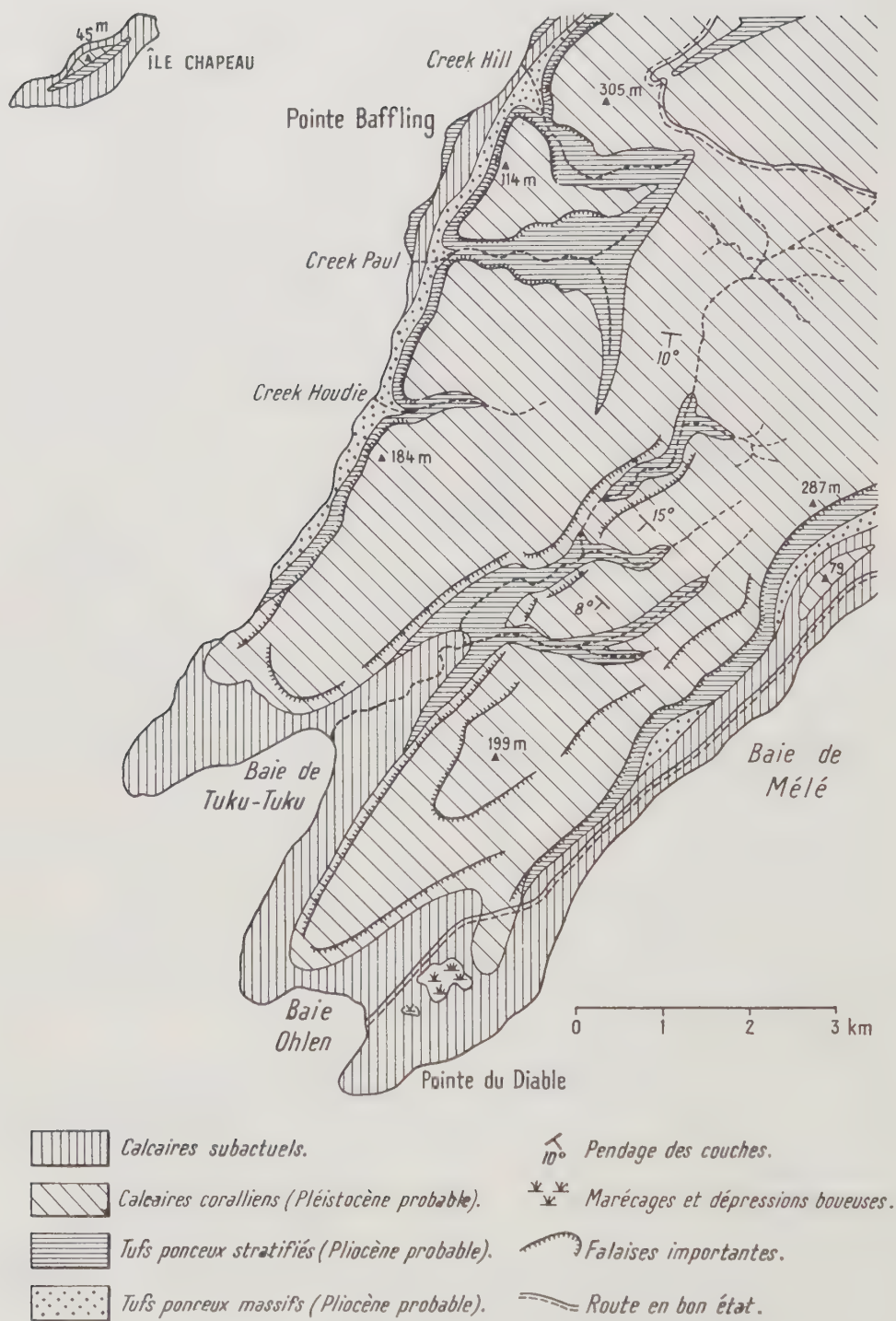


FIG. 4. — Carte géologique de la région de Tuku-Tuku (Ile de Vaté)
(Echelle : 1/80.000).

REGION DE PORT-HAVANNAH

Cette région comprend : le plateau Erskine, la Montagne, flanc occidental du massif du Mont Mac Donald, la plaine de la Marona et le plateau de Méten, l'île Léléppa et l'île Mosso.

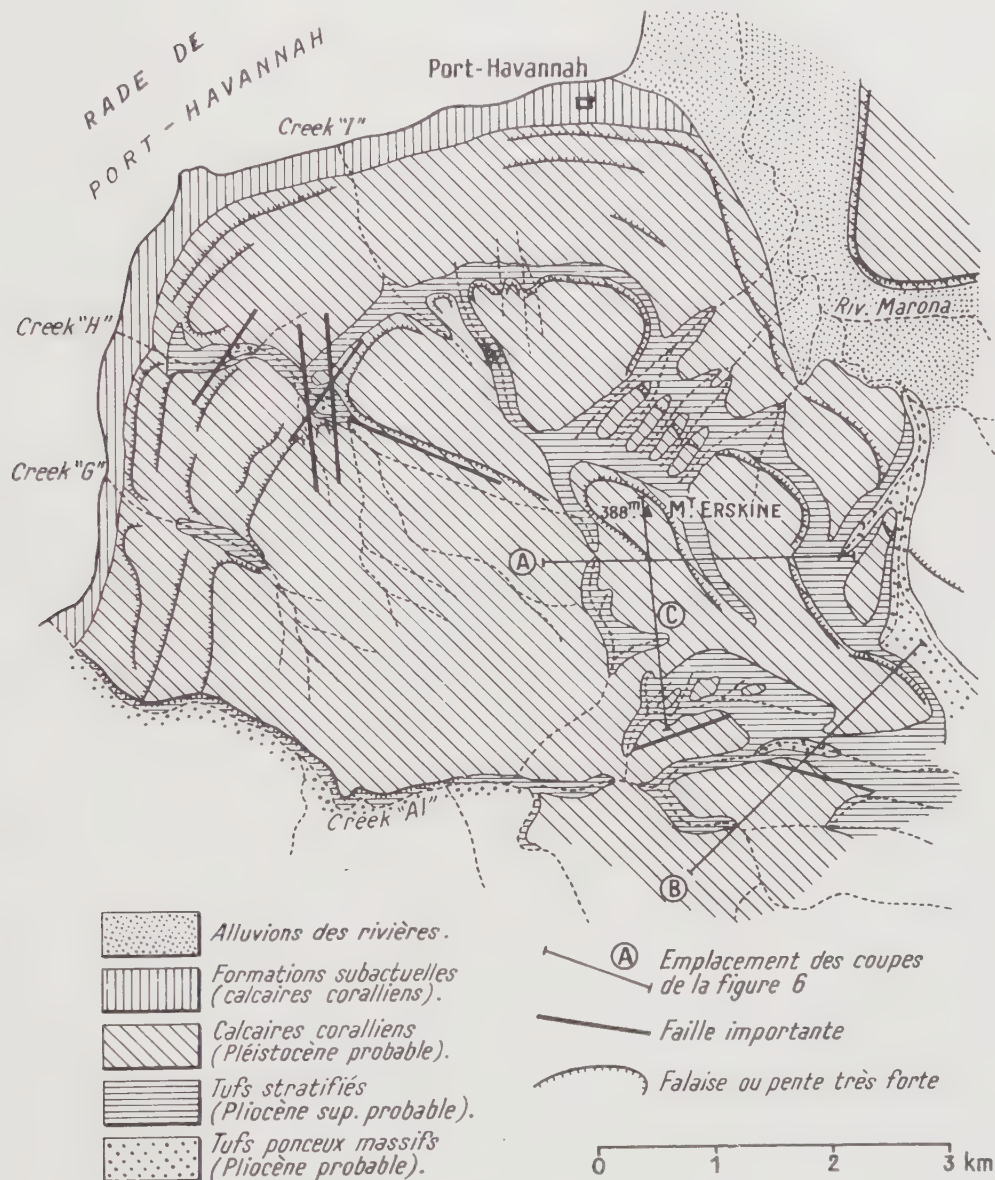


FIG. 5. — Carte géologique de la région du Mont Erskine (Ile de Vati, région de Port-Havannah) (Echelle : 1/65.000°).

Plateau Erskine.

Le plateau (fig. 5 et Pl. III) est constitué par des calcaires coralliens recouvrant des tufs ponceux stratifiés. Le flanc NE du Mont Erskine, qui domine la basse vallée de

la Marona, est formé par quatre gradins de tufs stratifiés partiellement recouverts par des calcaires coralliens. Les creeks entaillent profondément ce versant et donnent la coupe suivante de la base au sommet (fig. 6 à 8) :

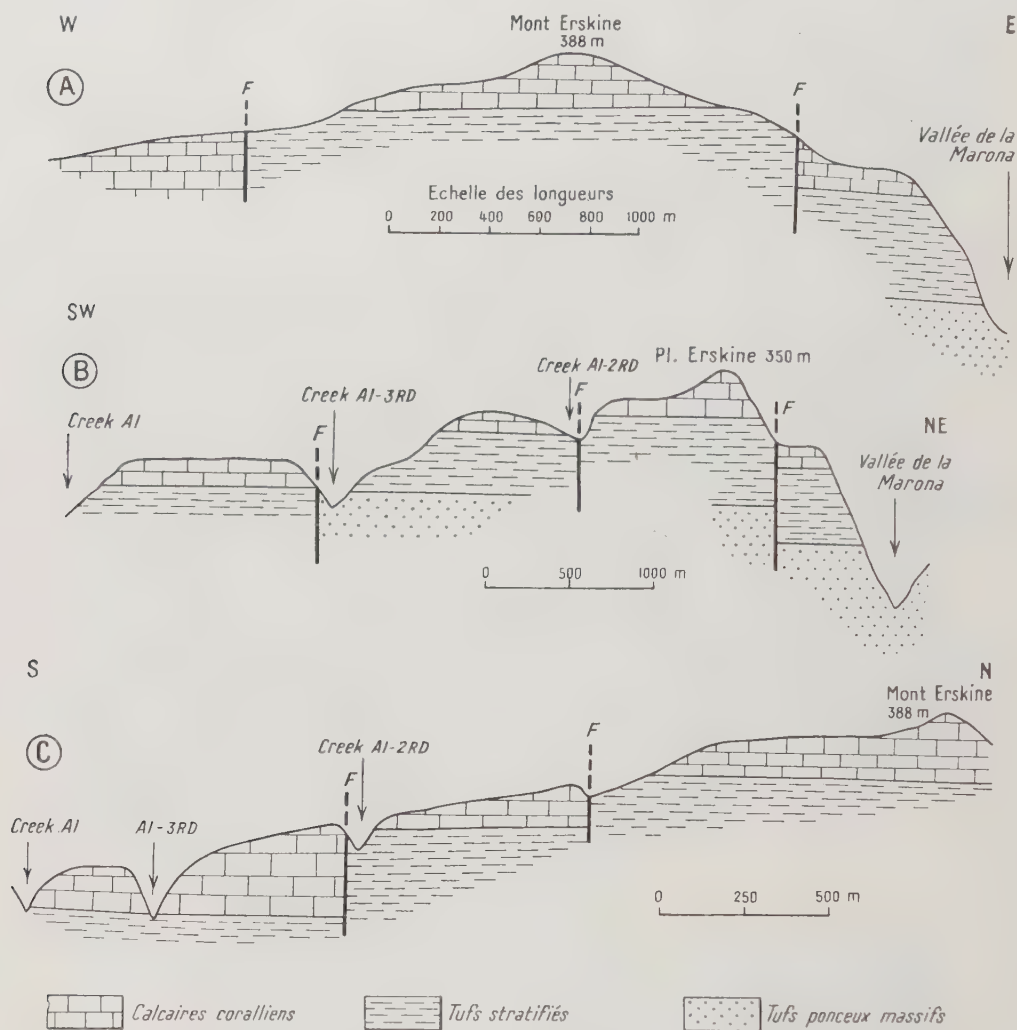


FIG. 6. — Coupes géologiques du Plateau Erskine (Ile de Vaté, région de Port-Havannah).

L'emplacement des coupes est indiqué sur la carte géologique (fig. 5).

PLANCHE III

Photographie aérienne de la région de Port-Havannah (Ile de Vaté) montrant une partie du Plateau de Méten, la plaine alluviale de la Marona, la rade et la partie méridionale de l'île Mosso (Echelle : 1/30 000°).

Remarquer les falaises limitant les gradins, qui se retrouvent dans l'île Mosso. De la rade de Port-Havannah (partie supérieure gauche) au sommet du Plateau de Méten (coin inférieur droit), quatre gradins sont visibles au dessus de la plateforme littorale.



CLICHÉ U. S. AIR FORCE



CLICHÉ U. S. AIR FORCE

J.-M. OBELLIANNE — Contribution à la connaissance géologique de l'archipel des Nouvelles-Hébrides
Iles Vaté, Pentecôte, Maéwo, Santo

— tufs ponceux massifs	de 20 à 75 m.
— tufs stratifiés ponceux en bancs de 1 mètre d'épaisseur	10 m.
— tufs ponceux finement stratifiés	6 m.
— un banc de tuf calcaire et siliceux brun ou jaune	0 m 10.
— tufs ponceux gris clairs à stratification entrecroisée	4 m.
— tufs bruns ou jaunes argiloïdes	0 m 80.
— calcaires détritiques avec blocs de tufs (Pliocène supérieur probable)	1 à 2 m.
— calcaires coralliens blancs massifs (Pléistocène probable)	2 à 15 m.

Les calcaires peu épais sur le sommet du Mont disparaissent sur le bord du premier gradin où affleurent les tufs stratifiés. D'après E. Aubert de la Rüe, les calcaires détritiques ont été rapportés au Pliocène supérieur. Les quatre gradins sont limités vers le NE par des failles grossièrement NW-SE (fig. 7).

Les flancs nord et NW descendent également avec une série de quatre gradins vers la plateforme littorale. Les observations les plus intéressantes peuvent se faire dans le creek « H » qui recoupe profondément le flanc NW du Mont Erskine. La succession stratigraphique observée est la suivante de bas en haut :

— tufs ponceux massifs	20 m.
— tufs ponceux stratifiés	15 m.
— calcaires détritiques (Pliocène supérieur probable)	1 m.
— calcaires gréseux coralliens	5 m.
— calcaires coralliens massifs blancs (Pléistocène probable)	15 m.

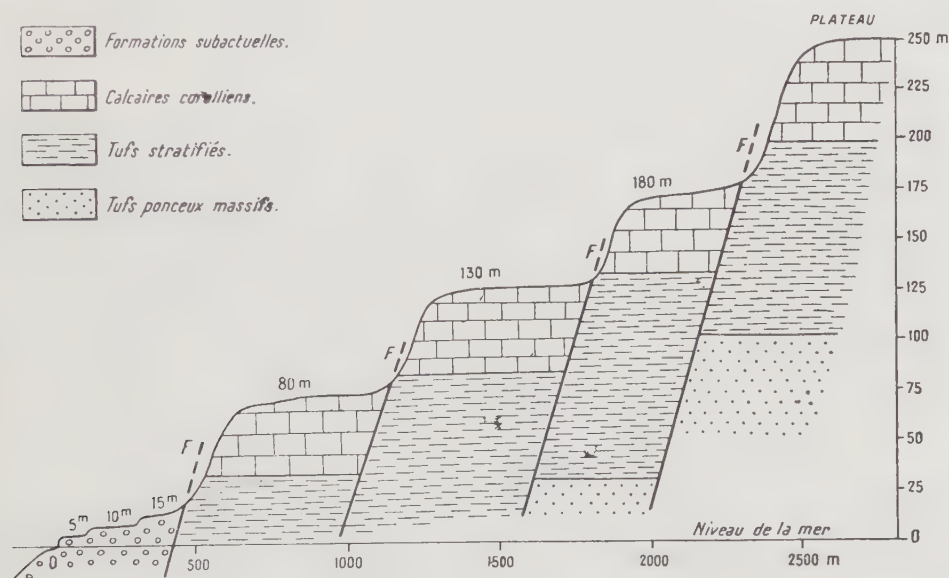


FIG. 7. — Coupe géologique schématique du rebord du Plateau Erskine (Ile de Vaté, région de Port-Havannah).

PLANCHE IV

Photographie aérienne de la région de la colline Coin (Ile de Vaté) (Echelle : 1/30 000°).

De haut en bas : le terrain d'aviation américain, la colline Coin, le creek Onéssua, les plateaux calcaires et la rivière Ebuli.

La puissance du recouvrement calcaire est variable, mais diminue du pied au sommet du plateau.

Les diverses phases de l'exhaussement du Mont Erskine sont à l'origine de cette succession de gradins. Chacun d'eux est bordé par des failles de directions E-W, NE-SW et N-S. Dans le creek « H », les failles NE-SW sont bien visibles au passage d'un gradin à l'autre. En plus, dans cette vallée, au passage du second au troisième gradin, plusieurs failles N-S sont visibles. Au bord de mer, une plateforme littorale parfois assez large correspond au cinquième gradin exhaussé dernièrement (Quaternaire). En résumé et tout à fait schématiquement, les rebords du plateau Erskine peuvent être représentés par la coupe de la figure 7 :

— *Plateforme littorale* en trois marches d'exhaussement (5, 10 et 15 mètres) avec débris de coraux, fossiles (en particulier *Tridacna gigas*), terre brune et sables coralliens (Etude des fossiles faite par R. Abrard, 1946-47).

— *Premier gradin* consistant en une marche à 80 mètres d'altitude avec une assez grande épaisseur de calcaires coralliens.

— *Deuxième gradin* formant une marche à 130 mètres avec une bonne épaisseur de calcaires coralliens reposant sur les tufs ponceux stratifiés.

— *Troisième gradin* consistant en une marche à 180 mètres d'altitude avec toujours des calcaires coralliens reposant sur les tufs ponceux stratifiés.

— *Quatrième gradin* formant une marche à 250 mètres d'altitude avec toujours des calcaires coralliens reposant sur les tufs ponceux stratifiés.

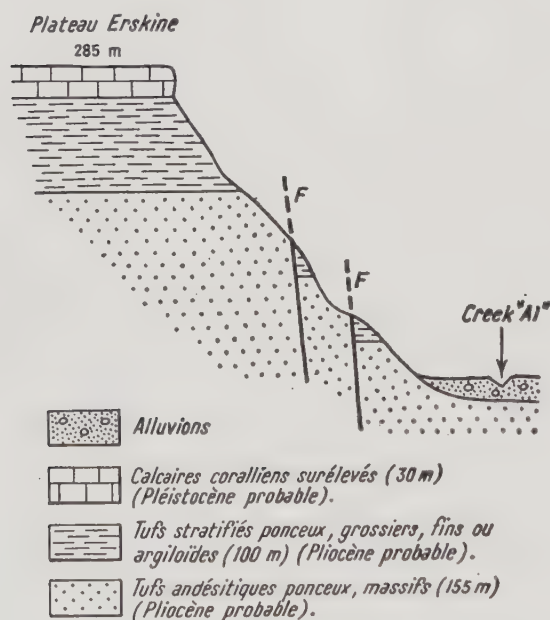


FIG. 8. — Coupe géologique schématique de la vallée du Creek « AI » (Ile de Vaté, région de Port-Havannah).

La vallée du creek « AI », qui limite au Sud le plateau Erskine, est une grande cassure à travers les différents plateaux ; elle donne une excellente coupe géologique (fig. 8) avec de la base au sommet :

- 155 m de tufs ponceux massifs ;
- 100 m de tufs stratifiés ponceux, grossiers, fins ou argiloïdes ;
- 30 m de calcaires coralliens.

Les failles sont nombreuses ; elles sont à l'origine de la vallée (failles E-W et NW-SE). Dans la haute vallée, le jeu des failles WNW-ESE et WSW-ENE a provoqué l'effondrement de compartiments où les calcaires coralliens peuvent dépasser 50 mètres d'épaisseur.

Sur tout le plateau Erskine, les pendages des couches stratifiées sont faibles (5 à 10°, généralement SW, parfois NW), sauf à proximité des failles où localement ils peuvent s'accroître (30 à 40°).

Flanc ouest du Mont Mac Donald.

La montagne est constituée par des tufs ponceux massifs, sauf dans la haute vallée du creek « AI » où il existe encore des couches de tufs stratifiés, mais plus de calcaires coralliens. Le soulèvement des tufs massifs s'est fait le long de failles SW-NE.

Plaine de la Marona.

Cette plaine longue et étroite est formée par les alluvions de la rivière Marona recouvrant probablement un fond de calcaires coralliens. Les alluvions proviennent surtout de la destruction des tufs ponceux massifs du Mont Mac Donald (flanc ouest).

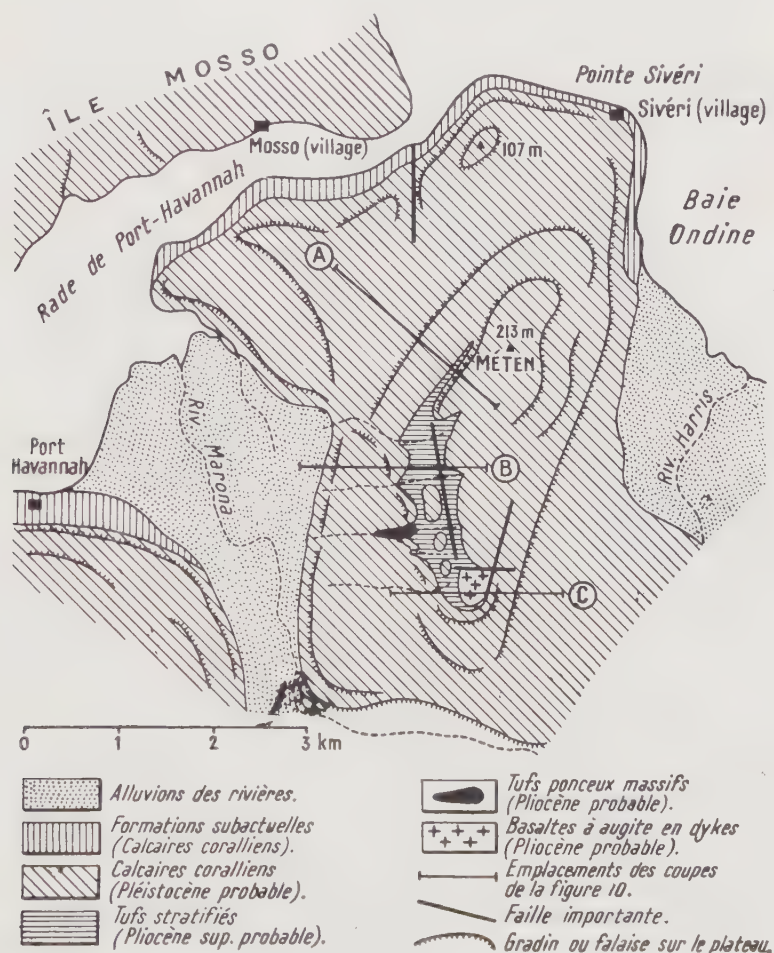


FIG. 9. — Carte géologique du Plateau de Méten (Ile de Vaté, région de Port-Havannah) (Echelle : 1/80.000°).

Plateau de Méten.

Le plateau (fig. 9), situé à l'extrême Nord de l'île de Vaté, allongé suivant un axe N-S, est limité à l'Ouest et au Sud par la rivière Marona et à l'Est par la rivière Harris. Il est recouvert très largement par des calcaires coralliens blancs qui forment plusieurs

gradins (quatre en tout) entre le bord de mer et le sommet du plateau (fig. 10). Dans un des creeks qui traversent les gradins, la succession stratigraphique est la suivante de bas en haut :

- tufs ponceux massifs gris clairs ;
- tufs stratifiés en bancs de faible épaisseur ;
- calcaire gréseux (un banc) ;
- calcaires détritiques bruns légèrement silicifiés ;
- calcaires coralliens massifs blancs.

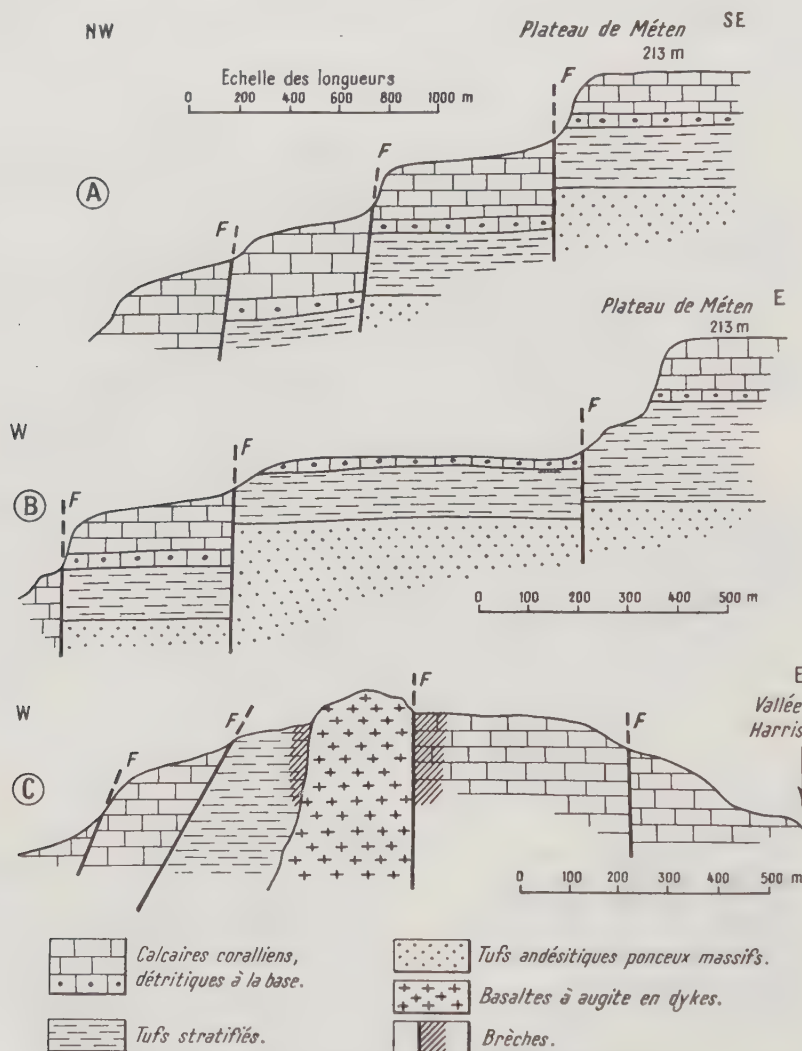


FIG. 10. — Coupes géologiques du Plateau de Méten (Ile de Vaté, région de Port-Havannah). L'emplacement des coupes est indiqué sur la carte géologique (fig. 9).

Le pendage des couches est nul. Au Sud du plateau, il existe dans les tufs stratifiés un pointement de basaltes à augite (type VA-76) entouré de brèches ponceuses et calcaires.

Le soulèvement inégal de ce plateau s'est effectué le long de failles principalement NNE-SSW et NNW-SSE. Elles sont à l'origine des différents gradins. Une faille E-W est visible au bord du pointement de basalte et la brèche est constituée par des tufs et des calcaires broyés et cimentés.

Ile Léléppa.

L'île Léléppa a la même constitution que le plateau Erskine : un soubassement avec des tufs ponceux massifs andésitiques étudiés par D. Mawson (1905, p. 456), surmontés de tufs stratifiés peu épais. L'ensemble est recouvert par des calcaires coralliens surélevés. Les tufs ne sont visibles que le long de la falaise au Sud de l'île.

Ile Mosso.

L'île est formée par des calcaires coralliens anciens surélevés. Elle est séparée du plateau de Métén par un chenal très étroit envahi par les formations coralliennes actuelles.

REGION D'UNDINE-BAY

Cette région assez complexe comprend plusieurs secteurs : le massif du Mont Mac Donald (flanc nord), les plateaux calcaires de la rivière Harris, le massif du Fatmalapa, les plateaux calcaires et la colline Coin, et les plateformes littorales Harris, Malassa et Onéssua.

Massif du Mont Mac Donald.

Le mont Mac Donald (671 mètres d'altitude) est constitué par des tufs ponceux massifs andésitiques. Par endroits, quelques placages de calcaires détritiques peu épais sont très altérés. Le soulèvement des tufs s'est effectué le long de failles NE-SW visibles dans la haute vallée du creek Harris. Une de ces failles met en contact brutal les tufs ponceux avec les tufs stratifiés formant le soubassement des plateaux calcaires de la rivière Harris.

Plateaux de la rivière Harris.

Les plateaux, au nombre de trois, s'étagent entre 50 et 300 mètres (fig. 11) ; ils sont formés par des calcaires coralliens recouvrant des tufs stratifiés. Sous le troisième gradin, un affleurement de basaltes à augite (échantillon VA-76) est directement en contact avec les calcaires. Chaque gradin est limité par des failles de direction SW-NE. La faille limitant au SE le troisième gradin est légèrement inclinée vers le NW ; elle a un rejet d'environ 100 mètres.

Massif du Fatmalapa.

Le massif du Fatmalapa (fig. 12) est un ancien volcan très érodé dont la plus grande partie est formée par une brèche basaltique rouge parcourue par des coulées de basaltes à augite et olivine (échantillon VA-96 ; fig. 11 : Coupe du creek « M »). Ces brèches sont traversées par de puissantes intrusions de basaltes à augite et olivine (échantillon VA-164)

dont la plus importante constitue le dyke du Pic Fatmalapa (fig. 13). Dans la moyenne vallée du creek « M », les intrusions se sont faites le long des cassures de la brèche volcanique et elles ont une allure filonienne (fig. 11 : Coupe du creek « M »).

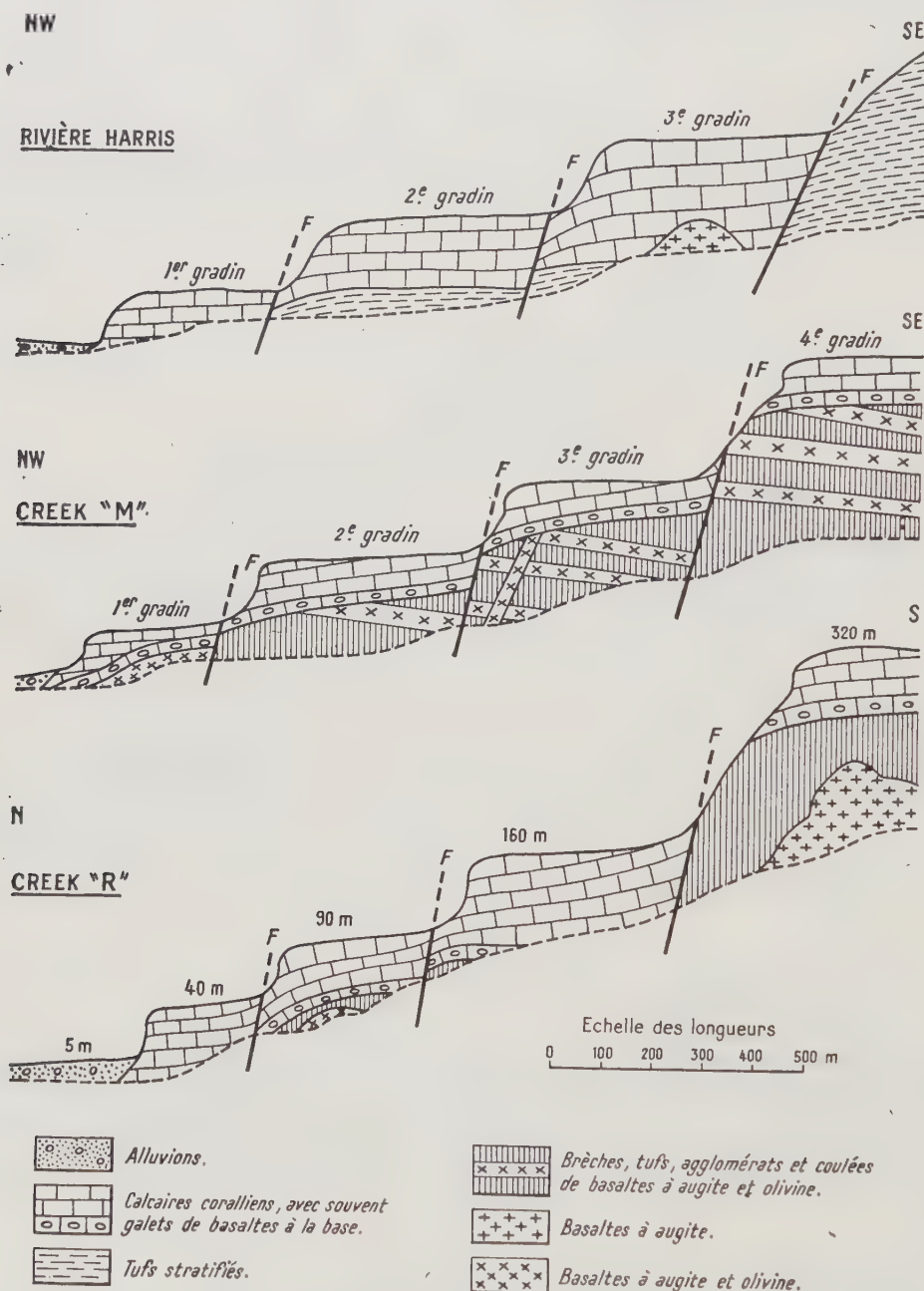


FIG. 11. — Profils géologiques schématiques des vallées de la région d'Undine Bay (Ile de Vaté).

Le complexe volcanique est dominé au Sud par un massif de basaltes à augite (échantillon VA-76), roches souvent bulleuses donnant d'épaisses coulées alternant avec

quelques brèches et agglomérats. Ce massif supporte la cote 630 (fig. 12), un des plus hauts sommets de la partie nord de l'île de Vaté.

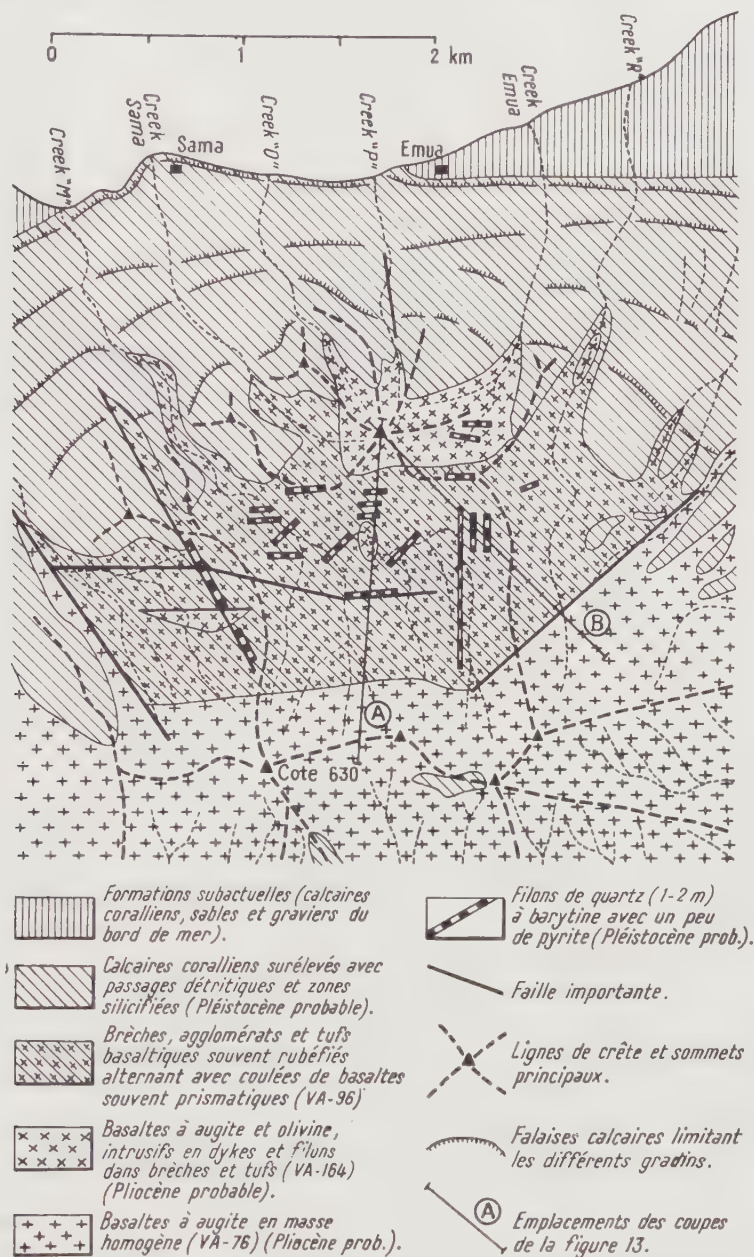


FIG. 12. — Carte géologique schématique du Massif du Fatmalapa (Ile de Vaté, région d'Undine Bay) (Echelle : 1/40.000°).

Au cœur du massif volcanique, les failles sont nombreuses et variées en direction. Dans la partie nord, les failles orientées NE-SW ont un faible rejet et ont permis le passage des intrusions de basaltes à augite et olivine (fig. 12 et 13). Sur le flanc sud du Pic Fatmalapa, les cassures, très nombreuses, ont des directions perpendiculaires et

dessinent un réseau orienté NS et EW (fig. 12 et 13). Au fond, en allant vers la cote 630, les brèches basaltiques sont limitées par de grandes failles de directions NW-SE, E-W et SW-NE (fig. 12 et 13). Elles sont remplies de matériaux volcaniques broyés et décom-

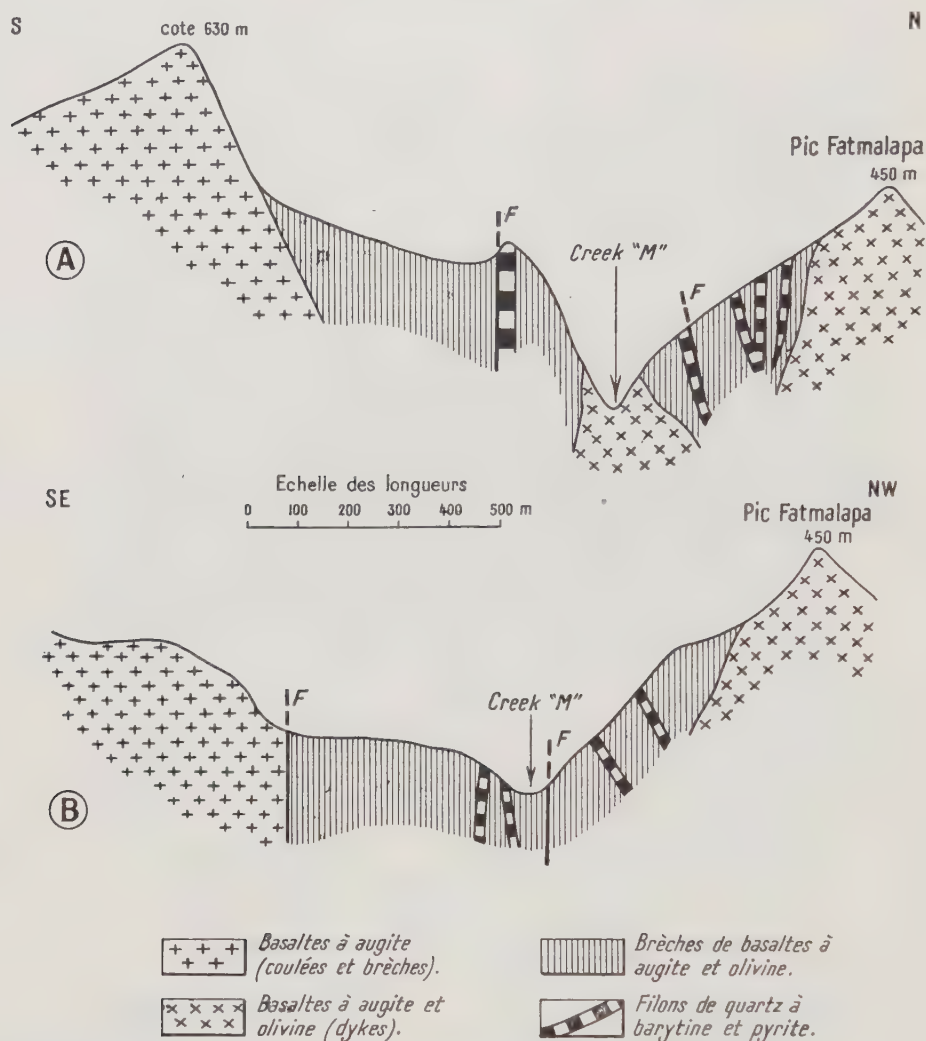


FIG. 13. — Coupes géologiques schématiques dans le Massif du Fatmalapa (Ile de Vaté, région d'Undine Bay). L'emplacement des coupes est indiqué sur la carte géologique (fig. 12).

posés en une argile bariolée, blanche, verte et violette. En liaison avec ces failles, des venues hydrothermales importantes ont données de très nombreux filons et colonnes de silice (quartz) et barytine quelquefois minéralisées en oxydes de manganèse (acerdèse), en pyrite et chalcoppyrite. Ces venues hydrothermales ont partiellement altéré les basaltes à augite et olivine (VA-164) du dyke du Fatmalapa, amenant un apport de silice et de pyrite avec une transformation des feldspaths et des périclites en épidote, carbonate et produits ferrugineux (échantillon VA-106 étudié en lame mince).

Les calcaires coralliens forment une ceinture autour de la région volcanique dont ils recouvrent de façon continue les versants ouest, nord et est. Ils ne reposent pas directement sur les roches volcaniques ; de bas en haut, on rencontre :

- un passage de tuf basaltique fin légèrement calcifié et imprégné parfois par des oxydes de manganèse ;
- un conglomérat de base à galets de laves et de brèches avec un ciment calcaire ;
- un banc calcaire détritique encore à éléments de roches volcaniques ;
- des calcaires coralliens massifs de couleur claire.

Au Nord, les calcaires forment quatre gradins s'étageant de la cote 400 au bord de mer. Ils sont limités par des failles grossièrement orientées E-W (fig. 11 et 12). Au Sud de la cote 630, entre le massif du Fatmalapa et le Mont Mac Donald, les roches volcaniques limitées par les tufs ponceux massifs sont recouvertes par des petits placages de calcaires coralliens qui peuvent atteindre la cote de 500 mètres.

Plateaux calcaires et colline Coin.

La colline Coin (238 mètres) est un pointement de basaltes à augite entouré par un plateau de calcaires coralliens (Pl. IV). Là, il n'y a plus de gradins, mais les calcaires peuvent recouvrir les laves jusqu'à la cote 300. La rivière Onéssua coule dans sa haute vallée dans les roches volcaniques (basaltes à augite) recouvertes par des calcaires coralliens (8 à 100 mètres). Par endroits, le plateau calcaire entre les rivières Onéssua et Ebuli est recouvert par des alluvions comprenant des galets de laves en provenance du massif du Pic Fatmalapa.

Plateformes littorales Harris, Malassa et Onéssua.

Bien développée dans la basse vallée du creek Harris et dans la plaine de Malassa, la plateforme littorale est formée par des alluvions recouvrant les formations de bord de mer : récifs coralliens surélevés (entre 0 et 5 mètres) avec des sables calcaires, des marno-calcaires durcissant à l'air, des débris de coraux et des calcaires durs. Du côté de Malassa, il n'y a pas d'alluvions et le sous-sol calcaire affleure partout. C'est dans cette plaine que les Américains ont installé pendant la guerre un terrain d'aviation. Près de la petite lagune, au droit de l'île Mau, une source thermique chaude (70 à 80°) donne des dépôts siliceux.

Les récifs coralliens frangeants actuels forment une large plateforme dégagée à marée basse. A Malassa, cette plateforme est suffisamment développée pour constituer un petit lagon.

REGION D'EBULI-EBAO

Cette région comprend trois secteurs : la montagne ou massif du Pic Pointu, les plateaux et la plateforme littorale.

Massif du Pic Pointu.

Le Pic Pointu, peu élevé (450 mètres), est formé par des tufs ponceux massifs andésitiques. Les tufs sont bien homogènes et par endroits, l'ensemble contient quelques

noyaux de perlite. Il n'y a ni tuf stratifié, ni calcaire. Cette montagne est limitée par des failles de directions SW-NE et SE-NW.

Plateaux.

Dans le bassin de la rivière Ebuli, les calcaires coralliens surélevés, très épais (plus de 100 mètres), reposent sur des tufs argiloïdes stratifiés (« Soapstones »), visibles dans le fond de la vallée. Les failles sont nombreuses ; les plus importantes, de directions N-S, E-W et SW-NE, sont à l'origine du tracé de la rivière. En approchant du flanc nord du Pic Pointu, les calcaires reposent directement sur les tufs ponceux massifs.

Entre la rivière Ebuli et la rivière Ebao, les calcaires coralliens étagés en gradins (trois en tout) reposent directement sur les tufs ponceux massifs. Des failles de directions NW-SE limitent les différents gradins.

Plateforme littorale.

Peu importante, la plateforme est formée par les récifs coralliens frangeants surélevés entre 0 et 5 mètres au cours du dernier exhaussement de Vaté. Vers la montagne, elle est limitée par une falaise calcaire pouvant avoir plus de 50 mètres de hauteur.

REGION DE FORARI

Cette région (Pl. V) comprend trois secteurs : la montagne, partie sud du massif du Pic Pointu (450 mètres), les plateaux et la plateforme littorale.

Partie sud du Pic Pointu.

Cette partie correspond au haut bassin des rivières Elou et Forari. Comme le reste de la montagne, elle est formée par des tufs ponceux massifs andésitiques. Les failles sont nombreuses et dirigées de préférence SE-NW et E-W.

Plateaux.

Les plateaux descendent lentement de la cote 400 au bord de mer ; il n'y a pas de gradin. Le sous-sol est constitué par des tufs ponceux massifs recouverts d'une faible épaisseur de tufs stratifiés (25 mètres), recouverts eux-mêmes de calcaires coralliens pouvant dépasser 30 mètres d'épaisseur. Dans la vallée moyenne du creek Elou, la succession stratigraphique est la suivante de bas en haut (fig. 14 B) :

— tufs ponceux massifs (Pliocène probable)	15 m.
— tufs ponceux stratifiés (gros bancs)	10 m.
— tufs argiloïdes stratifiés (« Soapstones »)	10 m.
— tufs argiloïdes bruns	1 m.
— tufs ponceux stratifiés	1 m.
— tufs argiloïdes jaunes	0 m. 50
— calcaires détritiques grossiers (Pliocène supérieur probable)	0 m. 60
— calcaires coralliens blancs (Pléistocène probable)	10 m.

Les failles sont très nombreuses dans ce secteur ; les directions privilégiées sont perpendiculaires les unes aux autres : E-W et N-S, SE-NW et SW-NE. Elles ont découpé des compartiments qui ont bougé les uns par rapport aux autres avec parfois des bascu-

lements donnant aux couches stratifiées des pendages de 5 à 15° vers le SE. Par endroits, le jeu des failles a conservé par enfoncement des lambeaux de calcaires coralliens disparus ailleurs par érosion. Par exemple, sur le bord nord de la rivière Forari, un lambeau de calcaires coïncé entre deux failles a résisté à l'érosion (fig. 14 A). Une de ces failles a un rejet de plus de 150 mètres.

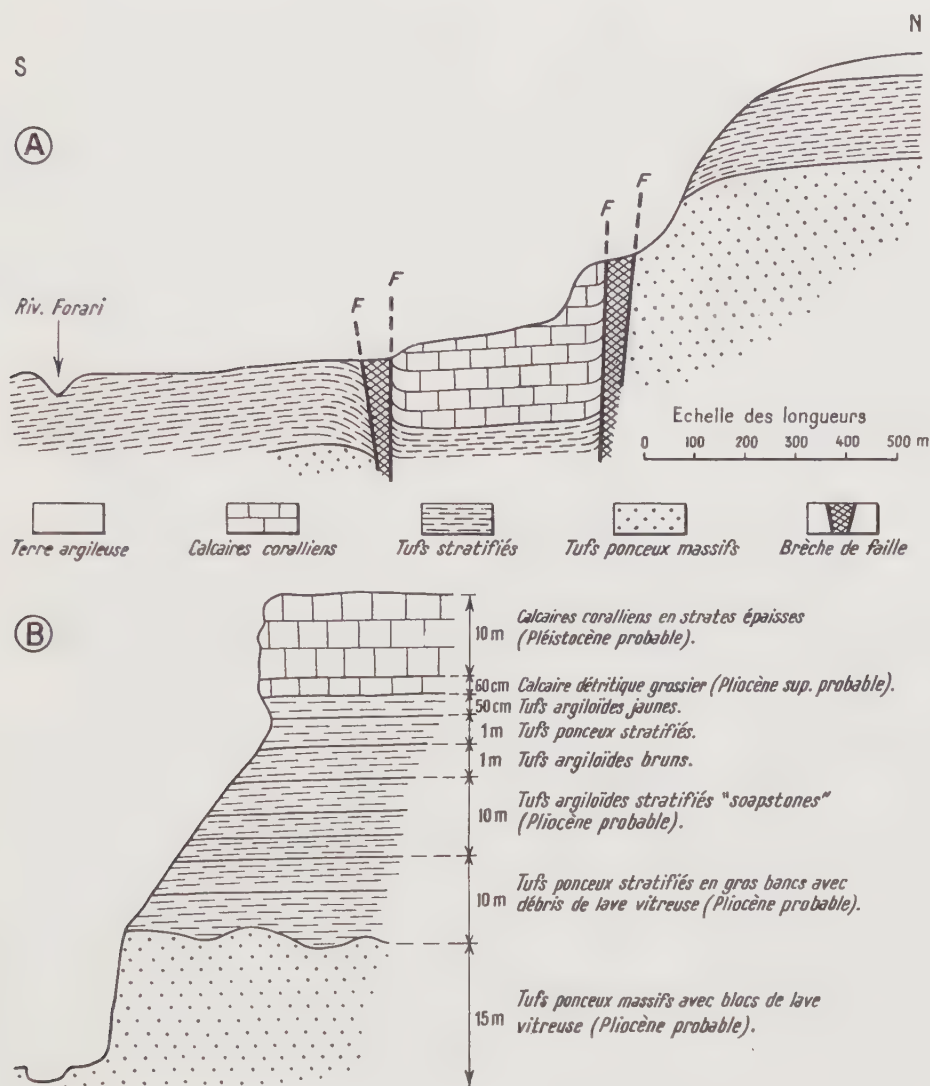


Fig. 14. — Coupes géologiques schématiques dans la région de Forari (Ile de Vaté).

A : Rivière Forari. - B : Creek Elou (versant nord de la vallée).

Au Sud de la rivière Forari, les tufs stratifiés augmentent considérablement en épaisseur ; ils atteignent 100 mètres et plus. Ils ne sont plus surmontés par des calcaires coralliens.

Plateforme littorale.

Elle correspond aux récifs frangeants surélevés de quelques mètres (1 à 5 m) au cours du dernier exhaussement de l'île. Vers l'intérieur, elle est dominée par une falaise en calcaires ou en tufs ponceux massifs pouvant dépasser 150 mètres de hauteur.

REGION D'EOUAR-ETON

Cette vaste région est formée par des plateaux peu élevés. Le sous-sol ne compte que des tufs stratifiés et des calcaires coralliens surélevés. Par endroits, les calcaires ont disparu par altération ; ils sont alors remplacés par une épaisse couche de terre argileuse à tendance latéritique.

Les failles qui parcourent cette région tabulaire sont assez nombreuses. De l'Est à l'Ouest, celles qui ont affecté le modelé du paysage ont des directions d'abord E-W, puis ESE-WNW, puis SE-NW où elles rejoignent les directions des failles principales des régions de Rentabao, Téuma, Port-Vila et Mélé.

La plateforme littorale, parfois importante, correspond toujours aux récifs frangeants surélevés au cours du dernier exhaussement qui n'a pas dépassé cinq mètres.

REGION DE RENTABAO

Le bassin de la Rentabao (fig. 15) est une région de plateaux monotones. Le sous-sol est constitué par des tufs ponceux massifs recouverts par des tufs stratifiés surmontés de calcaires coralliens.

Des failles de directions E-W, ESE-WNW et SE-NW ont découpé la région en compartiments (fig. 16) qui ont bougé les uns par rapport aux autres. La rivière Rentabao prend sa source dans les tufs stratifiés ; puis sa vallée s'approfondissant peu à peu, elle atteint les tufs ponceux massifs sous-jacents ; ces derniers étant moins durs que les tufs stratifiés, la rivière a formé une cascade importante (30 mètres) qui régresse vers la source. Après une faille E-W, la Rentabao coule de nouveau dans les tufs stratifiés, qui, ici, dépassent une centaine de mètres d'épaisseur avec une intercalation de calcaires détritiques sur un mètre d'épaisseur. Il n'existe pas de calcaires coralliens au-dessus. Une épaisse couche de terre argileuse, rouge en surface, claire en profondeur, recouvre tous les affleurements. De nouveau à cause d'une faille, orientée, cette fois, ESE-WNW, la rivière forme une autre cascade importante (40 mètres) dans les tufs ponceux massifs. La succession est la suivante de la base au sommet :

— tufs ponceux massifs andésitiques (Pliocène probable)	30 m.
— tufs ponceux stratifiés en gros blancs	10 m.
— tufs ponceux stratifiés fins	30 m.
— tufs argiloïdes stratifiés	2 m.
— calcaires détritiques (Pliocène supérieur probable)	1 m.
— tufs argiloïdes stratifiés (« Soapstones », Pléistocène probable)	60 m.

Après la faille, la Rentabao coule juste au contact des calcaires coralliens peu épais (40 mètres) et des tufs argiloïdes (« Soapstones »).

Dans la vallée moyenne, une nouvelle faille de direction ESE-WNW amène la rivière dans les calcaires coralliens. Tout au long de la vallée, les couches stratifiées restent rigoureusement horizontales, sauf au voisinage des failles où l'on peut voir une légère inclinaison des strates.

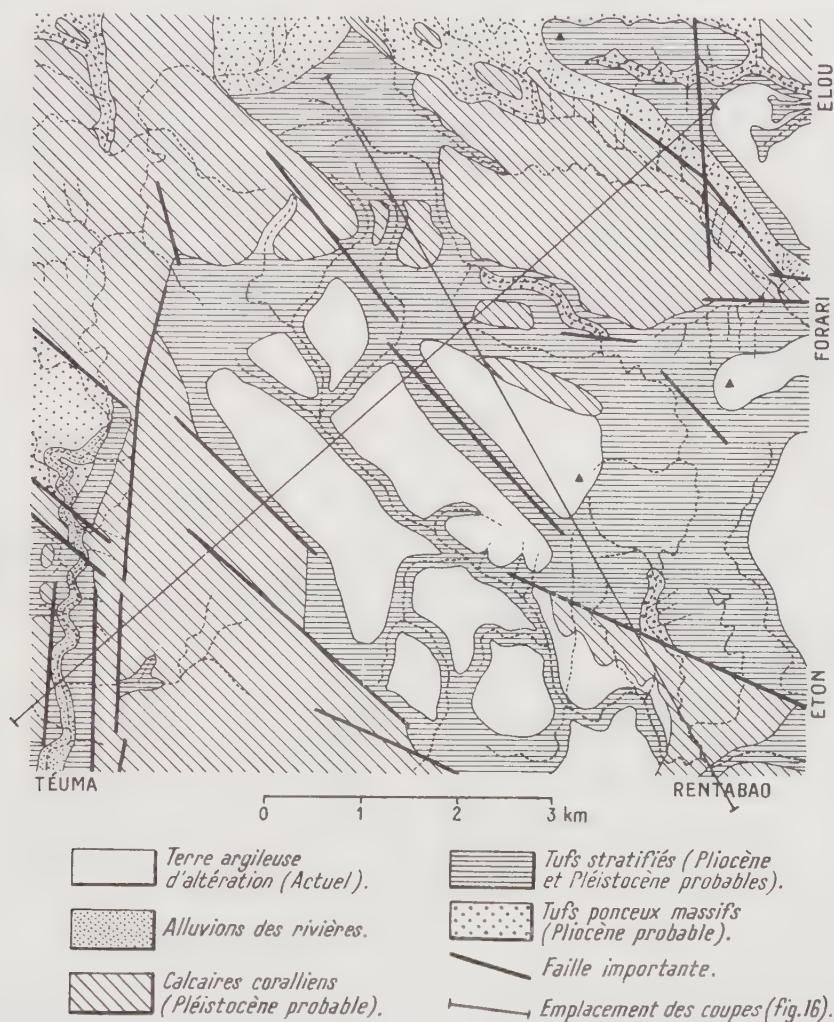


FIG. 15. — Carte géologique de la zone située aux confins des régions de Téuma, de Rentabao, d'Eton et de Forari (Ile de Vaté) (Echelle : 1/80.000°).

Dans la basse vallée, la rivière coule sur les tufs stratifiés surmontés par une épaisse couche de calcaires coralliens.

La plateforme littorale est importante, surtout entre les rivières Rentabao et Téuma. Elle correspond au dernier exhaussement de l'île (1 à 3 mètres) ; son importance est due au fait que la croissance des coraux est beaucoup plus rapide le long des côtes exposées aux vents dominants où la mer est toujours agitée.

REGION DE TEUMA

La rivière Téuma, la plus importante de l'île de Vaté, coule dans un fossé d'effondrement dû à des failles en escaliers dirigées N-S magnétique (Pl. VI).

Elle prend sa source dans les tufs ponceux massifs andésitiques du Mont Mac Donald (671 mètres). Après un tracé E-W dans ce massif, elle atteint le fossé d'effondrement où les tufs sont directement recouverts par une grande épaisseur de calcaires coralliens surélevés (100 mètres et plus). Elle coule alors vers le Sud jusqu'à son embouchure dans le fond de la grande baie du Sud. A un moment et par suite des failles NW-SE recoupant le fossé d'effondrement, elle coule dans les calcaires ; elle suit alors, sur plus de

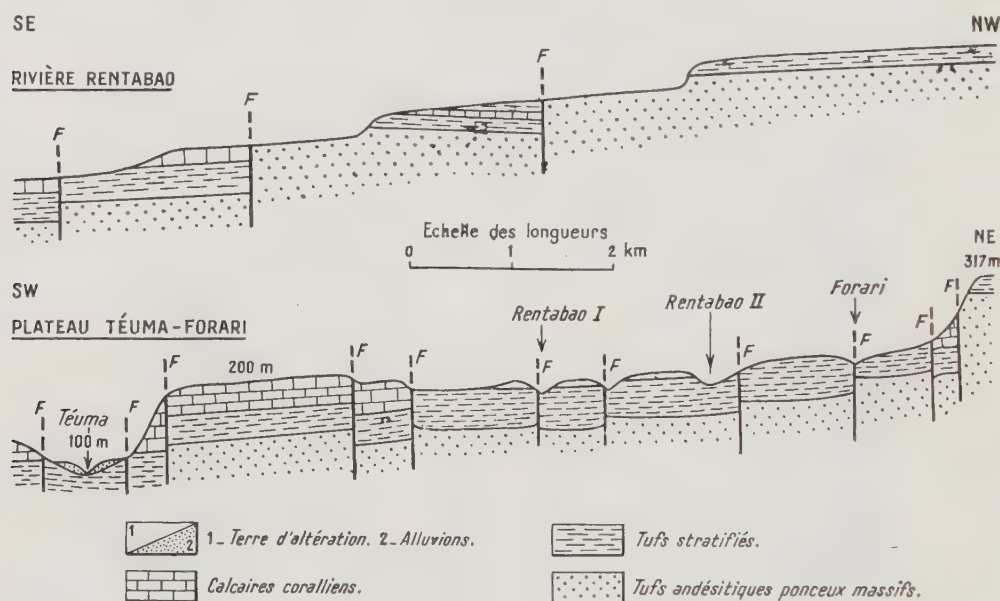


FIG. 16. — Coupes géologiques schématisées dans les régions de la Téuma et de la Rentabao (Ile de Vaté).
L'emplacement des coupes est indiqué sur la carte géologique (fig. 15).

quatre kilomètres, une gorge profonde et très étroite (50 à 80 mètres de hauteur). Ensuite, elle débouche dans la plaine alluviale qui remplit le fond du fossé d'effondrement. Cette dernière s'élargit en allant vers le Sud et, près de l'embouchure, elle prend toute la largeur du fossé. Il existe au bord de mer une accumulation de sables ponceux à magnétite.

STRATIGRAPHIE

CHRONOLOGIE PROBABLE DE LA SÉDIMENTATION ET DU VOLCANISME

Le passage de la sédimentation argiloïde à la sédimentation calcaire a été considéré comme point de repère de l'échelle stratigraphique de l'île de Vaté. D'après les détermi-

nations de faunes effectuées par D. Mawson et R. Abrard, les périodes suivantes probables ont été retenues (fig. 17) :

- *Subactuel* et *Actuel* : altérations et alluvions ;
- *Pléistocène* et *Pliocène supérieur* : sédimentation calcaire ;
- *Pliocène* : sédimentation argiloïde et détritique avec un matériel volcanique important.

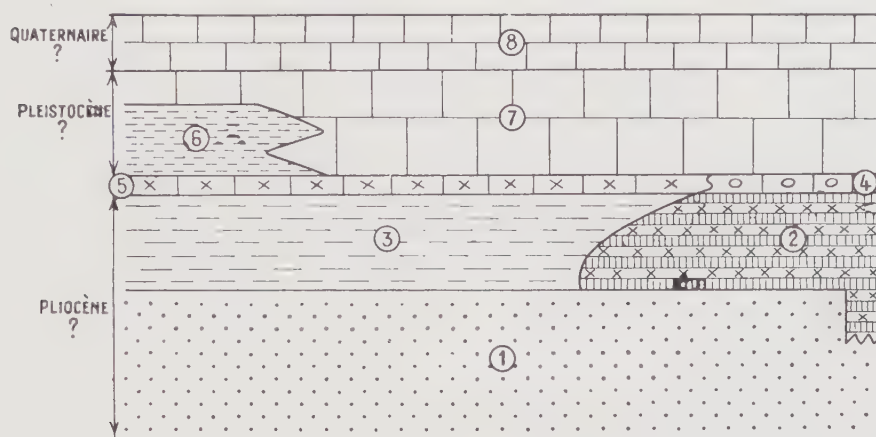


FIG. 17. — Ebauche de la succession stratigraphique de l'île de Vaté.

1. - Tufs ponceux andésitiques massifs (Pliocène probable).
2. - Complexe volcanique basaltique avec des brèches, des agglomérats, des coulées, des dykes et des tufs (Pliocène moyen probable).
3. - Tufs ponceux andésitiques stratifiés et tufs argiloïdes (Pliocène probable).
- 4 et 5. - Banc de calcaires détritiques contenant des galets de basalte au-dessus des formations volcaniques (Pliocène supérieur).
6. - Tufs argiloïdes stratifiés surmontant le banc de calcaire détritique (« Soapstones ») (Pléistocène probable).
7. - Calcaires coralliens surélevés (Pléistocène probable).
8. - Calcaires coralliens subactuels surélevés.

Subactuel et Actuel.

— *Sédimentation*. — Formations de calcaires coralliens en bordure des côtes (récifs frangeants).

— *Altération*. — Les calcaires émergés s'altèrent rapidement en surface et ils donnent une grande épaisseur de terre d'altération (1 à 5 mètres) à tendance latéritique.

Pléistocène et Pliocène supérieur probables.

Il n'y a pas d'activité volcanique et des calcaires coralliens se développent sur les hauts fonds en donnant la succession suivante, de haut en bas :

— Des bancs et des masses de calcaires coralliens passant latéralement à des calcaires détritiques stratifiés en bancs minces (Pléistocène). Cette formation peut dépasser 150 mètres d'épaisseur, mais, le plus souvent, elle atteint moins de 30 mètres.

— Un banc de calcaires détritiques à *Dallina* (Pliocène supérieur) reposant directement en concordance sur les bancs de tufs andésitiques stratifiés.

Pliocène probable.

— *Sédimentation.* — On peut attribuer à cette période la série suivante :

— Tufs ponceux fins, parfois à stratifications entrecroisées, alternant avec des tufs argiloïdes appelés « Soapstones ». L'épaisseur de cette formation est variable et elle peut atteindre 60 mètres.

— Tufs ponceux stratifiés en bancs minces, totalisant 20 à 30 mètres d'épaisseur.

— Tufs ponceux grossiers stratifiés en bancs épais avec de 10 à 20 mètres d'épaisseur.

— *Volcanisme.* — Une activité sous-marine donne des tufs andésitiques ponceux massifs, clairs ou foncés, avec des passages de brèches ponceuses diverses. L'épaisseur de cette formation atteint 671 mètres au Mont Mac Donald.

*SUCCESSION DANS LE COMPLEXE VOLCANIQUE DU FATMALAPA***Subactuel et Actuel.**

— *Sédimentation.* — Calcaires coralliens formés en bordure des côtes : récifs frangeants surélevés ensuite.

— *Altération.* — Les calcaires émergés s'altèrent rapidement en surface et donnent des terres d'altération à tendance latéritique.

Pléistocène et Pliocène supérieur probables.

— *Sédimentation.* — C'est vraisemblablement au Pléistocène et au Pliocène supérieur que s'est déposée la série suivante, comprenant de haut en bas :

— Calcaires coralliens (Pléistocène) massifs ou stratifiés, atteignant 60 mètres d'épaisseur.

— Un conglomérat de base avec des galets de laves pris dans un ciment calcaire.

— des tufs basaltiques fins à calcite secondaire et oxydes de manganèse, avec 10 mètres d'épaisseur.

Pliocène moyen probable.

— *Volcanisme.* — Une activité puissante donne le complexe du Fatmalapa avec des brèches, des agglomérats, des coulées, des dykes et des filons de basaltes.

PLANCHE V

Photographie aérienne de la région est de l'île de Vaté (rivières Ebao et Elou) (Echelle : 1/30 000°).

Dans la partie supérieure de la photographie, embouchure de la rivière Ebao avec le village. A gauche de ce point, plateaux calcaires limités par une falaise de faille WNW-ESE. Plus bas, au niveau du creek « X », le tracé de la côte est déterminé par des failles WNW-ESE en escalier. Tout en bas, la rivière Elou dont le cours irrégulier traduit le passage de failles E-W et N-S.



CLICHÉ U. S. AIR FORCE

J.-M. OBELLIANNE — Contribution à la connaissance géologique de l'archipel des Nouvelles-Hébrides
Iles Vaté, Pentecôte, Maéwo, Santo



CLICHE U. S. AIR FORCE

J.-M. OBELLIANNE — Contribution à la connaissance géologique de l'archipel des Nouvelles-Hébrides
Iles Vaté, Pentecôte, Maéwo, Santo

CAS PARTICULIERS

Transgression des tufs andésitiques ponceux fins sur les tufs andésitiques ponceux massifs.

Dans certaines régions et particulièrement là où il ne sont pas épais, les tufs ponceux fins stratifiés en bancs minces sont transgressifs sur les tufs andésitiques ponceux massifs. La succession est la suivante, de haut en bas :

— calcaires coralliens (Pléistocène probable)	20 m.
— calcaires détritiques (Pliocène supérieur probable)	1 m.
— tufs argiloïdes fins (Pliocène supérieur probable)	10 m.
— tufs ponceux fins andésitiques	20 m.
— tufs ponceux massifs andésitiques (Pliocène probable).	

Transgression des calcaires coralliens sur les tufs ponceux massifs andésitiques.

Plus particulièrement dans les fossés d'effondrement et sur les bords des massifs de tufs ponceux, les calcaires coralliens du Pléistocène peuvent atteindre de grandes épaisseurs : 100 et même 150 mètres (vallée moyenne de la Téuma), en reposant directement sur les tufs ponceux massifs andésitiques.

Régression des calcaires coralliens.

Dans la haute vallée de la Rentabao, les formations coralliennes de la base du Quaternaire ont été remplacées par un dépôt de tufs andésitiques argiloïdes (« Soapstones »). On observe, de haut en bas :

— terre d'altération latéritique	5 m.
— tufs argiloïdes fins (Pléistocène inférieur probable)	60 m.
— calcaires détritiques (Pliocène supérieur probable)	1 m.
— tufs argiloïdes fins stratifiés	2 m.
— tufs ponceux stratifiés	30 m.
— tufs ponceux grossiers stratifiés (Pliocène probable)	10 m.
— tufs ponceux massifs andésitiques (Pliocène probable).	

Autres cas particuliers.

Dans la haute vallée de La Cole et dans la moyenne vallée de la Bocoua, des tufs bleus sont interstratifiés dans les tufs ponceux fins.

Dans la chaîne montagneuse du Mac Donald, les tufs ponceux massifs sont recouverts par endroits seulement de calcaires détritiques grossiers du « Pliocène supérieur » (?).

Dans la région de Port-Havannah et du Plateau de Méten, la série calcaire débute par un conglomérat à galets et blocs de tufs ponceux reposant en concordance sur les tufs fins stratifiés. Le ciment de ce conglomérat est parfois silicifié.

PLANCHE VI

Photographie aérienne de la basse vallée de la rivière Téuma (Ile de Vaté) (Echelle : 1/30 000°).

Baie de la Téuma dans le coin inférieur gauche, prolongée vers le Nord (suivant la diagonale de la photographie) par un fossé d'effondrement limité par des failles N-S magnétique. Remarquer les failles E-W qui recoupent perpendiculairement ce fossé. Celui-ci est comblé par les alluvions de la Téuma légèrement surcreusées par la rivière à la suite du dernier exhaussement de l'île.

Dans le massif montagneux du Fatmalapa, les premières assises de calcaires ont été atteintes par les venues hydrothermales siliceuses du Quaternaire et il existe de beaux échantillons de coraux silicifiés et de coraux épigénisés en oxydes de manganèse (acérde).

TECTONIQUE

FAILLES

Dans l'île de Vaté, il n'existe pas de tectonique plastique, pas de plissement, pas de glissement. Uniquement une tectonique cassante, avec de nombreuses fractures et failles verticales, amène des effondrements, des exhaussements, et même des basculements de secteurs entiers. L'île est ainsi découpée en compartiments par des failles généralement perpendiculaires les unes aux autres et ces compartiments sont plus ou moins mobiles les uns par rapport aux autres ; encore actuellement, ils sont susceptibles de bouger à la suite de violents tremblements de terre.

La tendance est à l'exhaussement dans les parties centrales de l'île (massifs du Mont Mac Donald, du Pic Pointu et du Fatmalapa), mais les parties extérieures n'ont pas toujours suivi les mouvements ascendants et il y a eu sur le bord des effondrements très importants : baie de Mélé, rade de Port-Havannah, fossé d'effondrement de la Téuma, baie de Forari, etc.. D'autres effondrements moins importants sont à l'origine des tracés actuels des côtes.

Sur les plateaux entourant la montagne, les effondrements se sont faits d'une manière concentrique autour des sommets, amenant la formation des gradins (quatre en tout) ; dans la partie sud, en allant de l'Est à l'Ouest, les failles dominantes vont des directions E-W au NW-SE en passant par tous les termes intermédiaires et dans la partie nord, en allant de l'Est à l'Ouest, elles vont du NW-SE au NE-SW.

Quelques failles très importantes ont traversé toute l'île. Il faut citer entre autres :

— La faille N-S magnétique formant le bord oriental du fossé d'effondrement de la Téuma ; on la retrouve dans la plaine de Malassa où elle est marquée par des venues hydrothermales (source chaude) ;

— La faille NE-SW qui limite au Sud-Est le plateau de Tuku-Tuku ; on la retrouve dans le massif du Fatmalapa où elle limite au Nord le quatrième gradin avec près de 100 mètres de rejet ;

— La faille N-S qui est à l'origine de la côte ouest de la Pointe Etmat, de la côte près de Port-Vila et du petit effondrement entre Anabrou et la hauteur de Malapoa ; elle passe à l'Ouest du massif des Trois Monts où elle limite les tufs ponceux massifs (Pl. A).

TREMBLEMENTS DE TERRE

Toutes ces failles ont certainement joué au cours de tremblements de terre importants : dans la région de Forari, des crevasses profondes marquent la trace de fractures

importantes. Depuis une centaine d'années, date de la venue des Européens aux Nouvelles-Hébrides, il n'y a pas eu de tremblements de terre importants ; mais seulement des petits séismes de faible durée.

D'après les rapports des stations sismiques internationales, les centres des tremblements de terre affectant les Nouvelles-Hébrides et plus particulièrement l'île de Vaté, se trouvent dans toutes les gammes des profondeurs : peu profonds de 0 à 60 kilomètres, intermédiaires de 60 à 300 kilomètres et profonds au-delà de 300 kilomètres. Les épicentres se situent à environ 200 kilomètres de Port-Vila. Pendant les années 1947-1955, les hypocentres étaient situés dans la zone intermédiaire (60 à 300 kilomètres de profondeur) entre les parallèles 17° et 18° de latitude Sud et les méridiens 166°30' et 169°30' de longitude Est de Greenwich. Plus particulièrement, par 17°30' de latitude Sud et 167° de longitude Est de Greenwich, neuf chocs ont eu lieu entre 70 et 100 kilomètres de profondeur.

Durant mon séjour sur l'île de Vaté, j'ai pu constaté environ une petite secousse tellurique par semaine de décembre 1954 à avril 1955, puis une période d'interruption, suivie d'une série de secousses relativement importantes en septembre 1955 et depuis une longue période d'arrêt. Grâce aux relevés officiels, les tremblements de terre ressentis ont été jaugés à l'aide de l'échelle de Mercalli allant des intensités 1 à 12. Les résultats sont les suivants pour une période allant de février 1953 à septembre 1955 :

<i>Date</i>	<i>Heure locale</i>	<i>Intensité</i>	<i>Date</i>	<i>Heure locale</i>	<i>Intensité</i>
13- 2-53	17 h. 05	1	1- 1-54	6 h. 30	3
24- 2-53	12 h. 26	1	21- 1-54	1 h. 15	5
5- 4-53	15 h. 23	3	7- 3-54	7 h. 23	1
10- 5-53	16 h. 10	4	30- 4-54	12 h. 50	4
10- 5-53	23 h. 45	4	16- 9-54	12 h. 53	3
14- 5-53	22 h. 20	3	3-10-54	15 h. 12	2
14- 6-53	9 h. 49	3	11-11-54	1 h. 29	4
15- 6-53	23 h. 26	4	2- 1-55	21 h. 54	3
2- 7-53	17 h. 58	4 - 5	6- 1-55	4 h. 50	5
14- 7-53	8 h. 31	3		10 h. 30	3
14- 7-53	23 h. 03	2		13 h. 20	4
16- 7-53	8 h. 02	2	16- 2-55	6 h. 36	2
5-10-53	19 h. 43	4	17- 2-55	10 h. 55	3
10-10-53	11 h. 31	4 - 5	7- 3-55	15 h. 46	4
16-10-53	18 h. 15	4	10- 4-55	4 h. 12	4
11-11-53	10 h. 50	3	20- 4-55	4 h. 36	3
16-11-53	20 h. 30	2	24- 5-55	4 h. 42	5 - 6
25-11-53	4 h. 20	3 - 4	17- 9-55	23 h.	4 - 5
10-12-53	6 h. 43	3	21- 9-55	17 h. 44	6
14-12-53	11 h. 13	2			

Pour compléter ces informations, il est bon de donner le détail des séismes ressentis en septembre 1955 à Port-Vila.

Le 17 septembre, à 23 heures locales, un séisme avec quatre secousses principales espacées, la première avec une durée de cinq secondes de secousses à amplitude longitudinale faible ; la deuxième avec six secondes, la troisième avec huit et la quatrième avec quatre.

Le 18 septembre, à 1 heure locale, un séisme avec des secousses à amplitude longitudinale faible de peu de durée ; à 3 heures, à 12 heures et à 23 heures (heures locales), trois séismes identiques au premier.

Le 19 septembre, à 3 h. 02, un séisme assez fort (échelle de Mercalli : 5) : bruit lointain de grondement venant rapidement, puis quatre secondes de secousses à amplitude verticale faible, puis six secondes de secousses à amplitude longitudinale moyenne.

Le 21 septembre, à 17 h. 44, un séisme assez fort (échelle de Mercalli : 6) : bruit lointain de grondement venant rapidement, puis sept secondes de secousses à amplitude verticale moyenne (trépidations), puis 53 secondes de secousses à amplitude longitudinales importante de direction N-S. Ces secousses ont provoqué des craquements dans les maisons, des déplacements de meubles, etc... Dans la ville, les dégâts ont été minimes, mais dans la montagne des éboulements et des glissements de terrains ont laissé des traces visibles dans la végétation recouvrant les flancs des sommets.

Enfin, le 23 septembre, à 5 heures, un séisme peu important et le 24 septembre, à 1 h. 10, un nouveau séisme, également peu important, ont eu lieu.

Parfois, les secousses telluriques s'accompagnent de petits raz de marée et, en janvier 1952, la mer est montée de deux mètres dans la rade de Port-Vila.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE

Première période : *PLIOCÈNE PROBABLE*

Au début de cette période, probablement au Pliocène inférieur, un volcan sous-marin a pris naissance sur un haut-fond entre 10 et 200 mètres de profondeur. Il a émis uniquement des ponces andésitiques à bulles très étirées. Par suite de leur accumulation au fond de la mer sur les parois du volcan, ces matériaux pyroclastiques ont donné les tufs ponceux massifs andésitiques, qui constituent le socle de l'île.

A un deuxième moment, probablement au Pliocène moyen, le volcan sous-marin a émergé sur une grande étendue. Les agents atmosphériques altèrent rapidement les tufs ponceux massifs, roches tendres et friables, et l'érosion entraîne de grosses quantités de sables ponceux, grossiers au début et fins par la suite. Ce matériel repris par la sédimentation marine se dépose dans les cuvettes et les bassins de subsidence qui entourent les terres émergées. Les principales rivières débouchaient dans le bassin de subsidence de Rentabao-Forari et la sédimentation a été très importante dans la zone qui correspond actuellement à la partie SE de l'île.

A un troisième moment, probablement à la fin du Pliocène moyen, un volcan aérien, le volcan du Fatmalapa, a pris naissance au Nord des terres émergées entre les cuvettes de sédimentation de Port-Havannah et d'Ebuli. Il a d'abord émis des basaltes à plagioclases ; puis des coulées de basaltes à augite et olivine alternent avec de puissantes brèches basaltiques actuellement rubéfiées. Vers la fin de l'activité volcanique, des dykes de basaltes à augite et olivine ont injecté les brèches et les coulées préexistantes (dykes du Pic Fatmalapa). Pendant ce temps, le relief de l'ancien volcan sous-marin s'estompe et des tufs ponceux fins stratifiés se déposent en bancs minces au-dessus des bancs épais de tufs ponceux grossiers dans les cuvettes et les bassins de subsidence.

A un quatrième moment, probablement au Pliocène supérieur, une subsidence générale affecte l'ensemble des terres émergées et la mer devient transgressive sur les tufs

ponceux massifs, plus particulièrement dans la région de Tuku-Tuku. Des tufs ponceux fins stratifiés en bancs minces continuent à se former dans les différents bassins de sédimentation et plus particulièrement dans ceux où le fond s'enfonce au fur et à mesure des dépôts des sédiments, le bassin de Rentabao-Forari par exemple.

Vers la fin de cette période, la subsidence s'accroît et, par contre-coup, le relief des terres émergées s'exhausse. La transgression marine gagne les basses plaines voisines des anciens bords de mer. Elle forme ainsi des cuvettes de sédimentation sub-lagunaires peu profondes où les dépôts à caractère détritique ont peu d'épaisseur au-dessus du substratum. Les dépôts de tufs ponceux fins stratifiés en bancs minces se poursuivent ; mais rapidement, par suite de l'exhaussement du relief des terres émergées et de l'arrachement par l'érosion de la couche argileuse d'altération des tufs ponceux massifs, ils sont remplacés par les tufs argiloïdes ou « Soapstones » stratifiés en bancs minces. Dans les bassins de subsidence qui bordent vers la haute mer les cuvettes sub-lagunaires, le fond s'enfonce progressivement et les couches sédimentaires peuvent atteindre une grande épaisseur.

Deuxième période : *FIN DU PLIOCÈNE ET DÉBUT DU PLÉISTOCÈNE PROBABLES*

Par suite de l'arasement des terres émergées et de l'apparition de récifs coralliens autour du massif du Fatmalapa en partie recouvert par la transgression du Pliocène supérieur, un changement de faciès intervient dans la sédimentation et l'on passe de la sédimentation argiloïde à la sédimentation calcaire dans les cuvettes et les bassins de subsidence, à l'exception de celui de Rentabao-Forari où les tufs argiloïdes fins stratifiés en bancs minces continuent à se déposer ; ce bassin se trouve, en effet, à cette époque, au droit des principales rivières qui drainent les terres émergées. Le passage d'une sédimentation à l'autre est franc : un banc de calcaires détritiques à éléments volcaniques recouvre en concordance le dernier banc de tufs argiloïdes.

Troisième période : *MILIEU DU PLÉISTOCÈNE PROBABLE*

La subsidence se poursuit lentement ; des calcaires détritiques, parfois finement stratifiés, recouvrent le banc de calcaires détritiques à éléments volcaniques. Puis les calcaires coralliens envahissent les bords de mer, les cuvettes sub-lagunaires et même les bassins de subsidence, comme celui d'Ebuli. Il se forme alors une immense plateforme sous-marine peu profonde tout autour des terres émergées. La subsidence générale a pour effet de donner l'apparence d'une stratification grossière en bancs épais aux calcaires coralliens qui sont, en général, massifs et recristallisés. Egaleme nt, en de nombreux points, les calcaires coralliens sont directement transgressifs sur les tufs ponceux massifs.

Quatrième période : *FIN DU PLÉISTOCÈNE PROBABLE*

Probablement vers la fin du Pléistocène, une série de mouvements importants amène l'île à sa configuration actuelle. L'action a débuté par de puissantes éruptions volcaniques localisées au Nord de Vaté. L'émission des laves à caractère basaltique s'est effectuée le long de deux fractures ; la première correspondant aux îles Pélé et Gnuna, prolonge la

grande faille qui limite les terres émergées actuelles le long de la côte orientale de Forari à Onéssua et la deuxième correspondant à l'île Mau se trouve sur le prolongement du fossé d'effondrement de la Téuma. A la suite de ces phénomènes éruptifs, le plateau sous-marin a été profondément disloqué par des failles concentriques autour des trois masses centrales : massifs du Fatmalapa, du Mont Mac Donald et du Pic Pointu. Des poussées profondes ont provoqué l'exhaussement de ces masses par quatre séries de mouvements ascendants caractérisés sur le terrain par des faits géologiques importants.

LA PREMIÈRE SÉRIE DE MOUVEMENTS, grossièrement à la cote 400 actuelle, a été marquée par les faits suivants :

— *Fossé d'effondrement de la Téuma.* — Le fossé s'ouvre, la partie médiane s'effondre et la mer envahit le couloir qui sépare les massifs du Mont Mac Donald et du Pic Pointu. Les coraux comblent rapidement le chenal (gorges en calcaires coralliens dans la moyenne vallée de la rivière Téuma).

— *Bassin de subsidence d'Ebuli.* — Déjà envahi par les coraux, le bassin continue à s'enfoncer et les calcaires coralliens atteignent une grande épaisseur : 100 à 150 mètres.

— *Bassin de subsidence de Rentabao-Forari.* — Les bords du bassin se faillent et ce dernier continue son enfoncement plus particulièrement le long de la faille E-W de la vallée de la rivière Forari. Des tufs argiloïdes et des tufs ponceux fins se déposent en bancs minces dans le centre. Des calcaires coralliens commencent à se former dans les endroits où la mer est peu profonde.

— *Activité hydrothermale.* — Elle a été forte dans la partie nord de l'île. Dans la région de Port-Havannah, sur les plateaux Erskine et Méten, les derniers bancs de tufs ponceux fins et les premiers bancs de calcaires ont été par endroits imprégnés par des oxydes de manganèse et en partie silicifiés. Dans la région d'Undine Bay, le massif du Fatmalapa a été très atteint par des venues hydrothermales caractérisées par : des filons siliceux à barytine légèrement minéralisés en pyrite, chalcoppyrite et oxydes de manganèse bien cristallisés ; par des venues siliceuses et pyriteuses, qui ont imprégné dans la masse le dyke en basaltes à augite et olivine du Fatmalapa, et enfin par des sources chaudes siliceuses encore en activité (Plaine de Malassa). Dans la vallée de la Téuma, il existe actuellement une source chaude qui débite dans la rivière.

— *Terres émergées.* — A la suite de cette première série de mouvements ascendants, deux grandes îles étaient séparées par un chenal étroit : le massif montagneux du Pic Pointu à l'est et les massifs montagneux du Mont Mac Donald et du Fatmalapa à l'ouest. Une troisième île, beaucoup plus petite, était formée par le sommet de la colline Coin.

Avec la configuration actuelle de l'île, les terres émergées à la suite de cette première série de mouvements ascendants correspondent au quatrième gradin et aux plateaux calcaires qui se trouvent à des altitudes supérieures à 250 mètres.

LA DEUXIÈME SÉRIE DE MOUVEMENTS, grossièrement à la cote 250 actuelle, est matérialisée sur le terrain par le troisième gradin et les plateaux à des cotes variant entre 100 et 250 mètres. Elle a été marquée par les faits géologiques suivants :

— *Fossé d'effondrement de la Téuma.* — Les calcaires coralliens formés antérieurement dans le chenal émergent en partie ; mais les coraux continuent à se développer aux extrémités nord et sud du couloir.

— *Bassin de subsidence d'Ebuli*. — L'enfoncement se poursuit et les récifs coralliens continuent leur croissance, envahissant de plus en plus la cuvette sous-marine.

— *Bassin de subsidence de Rentabao-Forari*. — Le fond ne s'enfonce plus ; au contraire, il a été exhaussé et les récifs coralliens frangeants envahissent les bords de la cuvette sans en combler le centre.

— *Bassin de Mélé*. — Un effondrement important limité par des failles SW-NE (rebords du plateau de Tuku-Tuku) et N-S (rade de Port-Vila) est à l'origine de la grande Baie de Mélé. Des récifs coralliens frangeants commencent à se développer dans le fond de la baie.

— *Bassin de Port-Havannah*. — La profonde fosse actuelle (200 mètres) commence à se former.

— *Terres émergées*. — Les trois massifs montagneux, Mont Mac Donald, Pic Pointu et Fatmalapa, sont reliés entre eux. Dans le Nord, le contour actuel des côtes commence à se dessiner : il existe entre autres des grandes baies à Mélé, Port-Havannah (la rivière Harris est alors séparée de la rivière Marona par un haut-fond en corails : le plateau de Méten) et Ebuli, où la baie va jusqu'au pied du Mont Mac Donald d'un côté et du Pic Pointu de l'autre. Dans le sud, il n'existe que des hauts fonds, qui s'étendent très loin ; ils entourent, en particulier, une dépression plus profonde correspondant au bassin de subsidence de Rentabao-Forari.

LA TROISIÈME SÉRIE DE MOUVEMENTS, grossièrement à la cote 100 actuelle, est matérialisée sur le terrain par le deuxième gradin et les plateaux calcaires dont les altitudes varient entre 50 et 100 mètres. Elle a été marquée par les faits géologiques suivants :

— *Fossé de la Téuma*. — Seule la partie sud de l'actuelle vallée se trouve sous la mer. Il s'y dépose une grande quantité d'alluvions surtout argileuses.

— *Bassin de subsidence d'Ebuli*. — La cuvette sous-marine est entièrement comblée par des calcaires coralliens et des alluvions, galets et graviers de laves basaltiques venant du Fatmalapa, recouvrent en partie les plateformes calcaires.

— *Terres émergées*. — Les autres bassins sont émergés ; la fosse de Port-Havannah s'approfondit. Les calcaires coralliens continuent à s'étendre au fond de la baie de Mélé. Dans le Nord, les côtes ont à peu près leur aspect actuel ; il existe des baies à Port-Havannah, Undine Bay et Mélé. Dans le Sud, de nombreux petits îlots marquent l'emplacement des hauteurs actuelles et des hauts fonds coralliens se développent ailleurs.

LA QUATRIÈME SÉRIE DE MOUVEMENTS, grossièrement à la cote 50 mètres, est matérialisée sur le terrain par le premier gradin et les plateaux calcaires dont l'altitude varie de 5 à 50 mètres. L'île a presque son contour actuel (falaises en arrière des plateformes littorales). Les coraux du fond de la baie de Mélé sont recouverts par des alluvions essentiellement constituées par des sables ponceux fins. La zone sud est presque entièrement émergée et les récifs coralliens frangeants continuent à se développer.

Dernière période : SUBACTUEL ET ACTUEL

Une nouvelle série de mouvements a amené l'île à la cote 5 mètres actuelle. La période d'arrêt des mouvements ascendants a été relativement longue et les récifs coralliens frangeants ont pris une grosse importance.

Le dernier mouvement ascendant a été un exhaussement généralisé de l'île avec une amplitude de 5 mètres. Les récifs frangeants, développés en plateformes sous-marines peu profondes, ont émergé et ont formé les plateformes littorales que l'on trouve autour de l'île.

Actuellement donc, la tendance de l'île est au soulèvement de faible importance sans contrecoup fâcheux. Depuis la venue des Européens à Vaté (cent ans environ), il n'y a eu aucun mouvement important visible à l'exception de quelques tremblements de terre sérieux avec ouverture de crevasses. Dans leur tradition orale, les Autochtones ne conservent pas le souvenir d'un grand cataclysme.

TROISIÈME PARTIE

ILE DE PENTECOTE

GÉNÉRALITÉS

GEOGRAPHIE PHYSIQUE

L'île de Pentecôte (Pl. B) est située par 15° 50' 43" de latitude Sud et par 168° 10' de longitude Ouest de Greenwich (point se trouvant à l'emplacement de la maison principale de la Plantation Thévenin, Baie de Lonororo). Elle couvre une surface de 440 kilomètres carrés. Très allongée du Nord au Sud, elle a une longueur de 60 kilomètres avec une largeur moyenne de 7 kilomètres : 2 kilomètres à l'extrême Nord et 12 kilomètres dans la partie médiane.

Du point de vue du *relief*, l'île est divisée en deux parties essentielles :

— La partie nord, allant de la rivière Lévalékao à la Pointe Nord, est formée par un immense plateau s'inclinant vers le Nord : il part de l'altitude de 600 mètres au droit de la rivière Lévalékao pour descendre à 150 mètres à la Pointe Vatouboué ou Pointe Nord. Une arête dorsale culminant aux environs de 850 mètres et ayant une altitude moyenne de 600 mètres parcourt le plateau du Sud au Nord en longeant son bord oriental. L'érosion a creusé dans ce plateau de très nombreux ravins qui se réunissent pour former des vallées profondes comme celle de la rivière Mélsisi.

— La partie sud, allant de la rivière Lévalékao à la pointe du Diable, est très montagneuse : une chaîne axiale culminant au Mont Thévenin à 986 mètres parcourt cette partie du Nord au Sud en s'abaissant d'une manière progressive jusqu'à la Baie Martelli. L'érosion a considérablement travaillé cette chaîne et les vallées sont profondes comme, par exemple, celle de la rivière Olemba.

Les *rivières* de Pentecôte sont courtes ; elles coulent dans la direction E-W sur le versant ouest et W-E sur le versant est. Dans la partie nord correspondant au plateau, les rivières n'ont de l'eau qu'au voisinage du bord de mer ; ailleurs, elles ne sont que des grandes

ravines à sec (rivières de Mélsisi et de Namaram). Dans la partie sud, au relief très dur, la moindre vallée a au moins un filet d'eau. Les rivières les importantes se situent sur le versant ouest de la chaîne où les vallées sont profondes : rivières Olemba, Truchy, Waoul, Warbot et Wari. Ailleurs, les vallées sont peu encaissées et l'eau descend de la montagne par une série de cascades impressionnantes : rivières Watchoum et La Creuse et creeks « BC », « BD » et « BG » (Barmel).

Le *climat* de Pentecôte est celui de tout l'Archipel des Nouvelles-Hébrides : chaud, humide et très pluvieux. A cause de sa faible largeur de l'est à l'ouest, l'île est très ventée (vents alizés du SE) et l'humidité n'est importante que dans les creux envahis par la brousse. Les pluies peuvent être extrêmement violentes, comme celles du 29 juillet 1956 avec 18 centimètres d'eau tombés en moins de vingt-quatre heures. D'une année à l'autre, et surtout pendant les périodes d'intersaison, des dépressions à caractère cyclonique peuvent passer au voisinage de l'île et provoquer des inondations et des dégâts dans les plantations.

Comme partout, une *végétation* exubérante recouvre toutes les terres. Il n'existe plus de forêt primaire, mais seulement une basse brousse particulièrement dense sur les plate-formes littorales (brousse à bouraos).

Les *côtes* de l'île sont très inhospitalières. Il n'y a pas de bon mouillage permanent. La côte ouest est la plus calme par suite du sens des vents qui soufflent la plupart du temps des secteurs Est et S-E, mais il n'existe pas d'abri et, si le vent tourne à l'Ouest, la côte devient dangereuse.

La mer, sur la côte est, est constamment agitée et il n'existe que deux points où l'on peut mouiller et débarquer : la baie Barrier et l'anse de la baie Barmel. Les autres endroits de la côte ne sont accessibles que par temps calme (vents du secteur Ouest).

En temps normal, la mer est très agitée à l'Est, face au grand large, et elle est dure pour les petits bateaux, plus particulièrement dans le détroit de Selwyn, entre Ambrym et Pentecôte, et dans celui de Patterson, entre Maéwo et Pentecôte.

GEOGRAPHIE HUMAINE ET ECONOMIQUE

Au sujet du *peuplement* de l'île, deux régions distinctes correspondent aux divisions de la géographie physique :

— La partie nord est peuplée avec une assez forte densité au kilomètre carré. Quelques villages sont installés au bord de mer, mais ils font exception. Les autres ont été construits à l'intérieur, au bord des ravines. A la Pointe Nord, les habitants très nombreux ont transformé la brousse en jardins et une partie d'entre eux ont entrepris des cultures sur Maéwo. Tous ces Autochtones gravitent autour de centres missionnaires catholiques à Melsisi, Namaram et Lolong, protestants à Lolong et anglicans à Laonai. Seuls quelques villages de l'intérieur entre Mélsisi et Lolong sont restés éloignés de toute influence chrétienne.

— La partie sud correspondant à la zone montagneuse est actuellement peu peuplée ; des petits groupes vivent le long de la côte ouest, plus particulièrement à Baravet et Ramboutor, et le long de la côte est autour de la Baie Barrier. Les autres secteurs et plus particulièrement l'intérieur sont tout à fait déserts. Ces vestiges de population se tiennent autour de deux centres catholiques à la Baie Barrier (Ranap) et à Wanour, d'un centre protestant à Ramboutor et d'un centre laïque à Bounlap. Dans ce dernier, les habitants ont repris le port du vêtement traditionnel constitué par un unique étui pénien appelé « small nambas ». Dans cette partie sud, la plateforme littorale assez développée sur la côte ouest appartient en partie à des planteurs européens : Plan-

tation Thévenin dans la Baie de Lonororo ; Plantation Mayaud près de la rivière Truchy et Plantation Perronet dans la Baie Homo.

Au total, l'ensemble dépasse 6.000 habitants, ce qui est une forte population pour une île des Nouvelles-Hébrides.

Les *voies de communication* sont à peu près inexistantes à Pentecôte ; il n'existe, en effet, pas de route à l'exception de 500 mètres entre la plage et la Mission catholique de Mélsisi, au fond de la baie du même nom, et de quelques kilomètres d'une mauvaise piste reliant la Plantation Thévenin à la Pointe Truchy. Les habitants vont d'un point à un autre en utilisant des pirogues à balanciers et des petits bateaux à moteur appelés localement « lannis ». Là où il y a des villages, des pistes pour piétons sillonnent la brousse dans tous les sens. Mais dans les zones désertes, il n'y a plus moyen de pénétrer à l'intérieur sans faire usage du couteau à débrousser et de la boussole.

Les *ressources* de l'île sont uniquement constituées par le coprah, en très faible quantité d'ailleurs. En effet, il n'existe pas de grande plantation et les indigènes ne peuvent planter beaucoup de cocotiers à cause du relief : pentes trop fortes et altitude trop élevée, comme par exemple dans la région en arrière de Mélsisi.

DIVISIONS REGIONALES

Pour l'île de Pentecôte, le Service Topographique du Condominium à Port-Vila possède un fond hydrographique au 1/40.000^e extrait des photographies aériennes américaines faites pendant la dernière guerre. Ces photographies ne couvrent malheureusement pas toute la surface de l'île et dans la partie sud, il manque une petite bande correspondant à la chaîne axiale. Les cartes hydrographiques publiées dans cet ouvrage ont été, soit extraites de la carte du Service Topographique, soit tracées à l'aide des photographies aériennes généreusement fournies par l'Institut Géographique National.

Pour faciliter la présentation de l'étude géologique, l'île a été partagée en deux parties : la *partie nord* allant de la rivière Lévalékao, au Sud, à la Pointe Nord et comprenant en particulier la région de Mélsisi ; la *partie sud* allant de la rivière Lévalékao au Nord à la Pointe du Diable au Sud. Les principales régions naturelles sont du Nord au Sud :

SUR LA CÔTE OUEST :

- La *région de Baravet* avec les bassins des rivières Lévalékao, Ringy et Baravet ;
- La *région d'Olemba* avec les bassins des rivières La Creuse, Olemba, Truchy, Walo et Waoul ;
- La *région d'Homo* avec les bassins des rivières Ranlimara, Wamiel et Warbot.

A L'EXTRÉMITÉ SUD :

- La *région de Martelli* avec les bassins des rivières Wanour, Sarop, Ramput et Saltass.

SUR LA CÔTE EST :

- La *région de Barmel* avec les bassins des creeks « BA » à « BO » ;
- La *région de Wari* avec les bassins des Wari et Sélawak ;
- La *région de Barrier* avec les bassins des rivières Santé, Watchoum (Baie Barrier), Soré et Watabit.

ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE

Après les études faites sur le terrain (Pl. B), les roches de l'île de Pentecôte ont été classées en quatre catégories :

— Les *roches cristallines* comprenant toutes les variétés de roches grenues basiques et ultrabasiques comprises dans le massif affleurant au cœur de la chaîne axiale de la partie sud ;

— Les *roches volcaniques* avec une série ancienne (anté-miocène ?) comprenant des coulées, des dykes et des brèches de roches de la famille des andésites et une série plus récente (pliocène ?) comprenant des coulées, des brèches, des tufs et des épanche-fissuraux de roches de la familles des basaltes ;

— Les *roches volcano-sédimentaires* avec des tufs andésitiques de la série ancienne (anté-miocène ?) ;

— Les *roches sédimentaires* avec des calcaires, des tuffeaux et des alluvions (Miocène à Quaternaire).

Il convient d'ajouter à ces catégories les *roches métamorphiques* ; mais celles-ci n'ont pas été observées en place.

ROCHES CRISTALLINES

SERPENTINES

Les serpentines, très abondantes, sont altérées et transformées en une matière de consistance et d'aspect argiloïdes, bleutée et très fluctuante. Elles semblent provenir de la transformation des péridotites qui seront décrites plus loin et elles affleurent surtout le long des grandes fractures qui limitent sur le terrain le massif de roches cristallines. A cause de leur altération poussée même sous une grande épaisseur de calcaires, les beaux échantillons de serpentines saines ne sont visibles que sous forme d'énormes blocs dans les alluvions provenant du lessivage des éboulis de pente. Elles se présentent comme une roche de couleur claire avec des traînées et des poches vertes qui lui donnent un aspect marbré (échantillons PE-8, PE-12 et PE-29 ramassés dans le fond des vallées des creeks « BD », « BG », « BK » de la région de Barmel). Parfois, les serpentines comme les péridotites sont parcourues par des petits filonnets d'amiante (asbeste) avec des fibres perpendiculaires aux parois des filonnets.

PÉRIDOTITES SERPENTINISÉES

Ces roches, moins abondantes à l'affleurement que les serpentines, se présentent sous de nombreux aspects dans les alluvions des rivières. La variété la plus fréquente est une roche mélanocrate à structure grenue avec des grands phénocristaux chatoyants (enstatite) peu nombreux. Sur le terrain, elles sont presque toujours altérées en une matière

argiloïde fluctuante plus foncée que celle provenant des serpentines. Il existe alors au milieu des boues des blocs arrondis de roche saine. Ce sont ces derniers que l'on rencontre un peu partout dans les alluvions des rivières et sur les bords de mer au voisinage du massif de roches grenues. Les péridotites contiennent de la chromite ; en effet, des sables noirs provenant du lessivage des produits d'altération de ces roches ont été concentrés au bord de mer et ils renferment une bonne proportion de chromite (échantillon PE-64, Chrome : 18, 92 % et Fer : 17, 11%).

Deux échantillons, PE-21 (rivière Olemba) et PE-28 (rivière Baravet), ont été pris en place sur des affleurements très voisins des calcaires en des points assez éloignés l'un de l'autre et ils ont été étudiés en lames minces. Il n'y a pas de différence notable entre les deux.

Caractères microscopiques. — La texture est grenue avec une serpentinitisation assez poussée. Les minéraux présents se répartissent comme suit :

Pyroxène orthorhombique (enstatite)	15 %
Péridot (vestiges d'olivine)	18 %
Serpentine (antigorite)	60 %
Diopside en association avec enstatite	1 %
Minéraux d'altération des pyroxènes	5 %
Minéral (chromite)	1 %

Le pyroxène déterminé comme étant de l'enstatite (Pl. VII, fig. 1) est en voie d'altération : certains cristaux sont associés avec du diopside. L'olivine très abondante à l'origine semble être transformée en serpentine, probablement de l'antigorite ; il ne reste plus que quelques témoins noyés dans la masse (Pl. VII, fig. 2). Il n'existe pas de feldspaths visibles dans aucune des deux lames minces.

Analyse chimique. — L'échantillon PE-21 a été analysé par les soins du laboratoire de chimie du Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques de Nancy (tableau IV). D'après ses compositions minéralogique et chimique, cette roche se rattache aux harzburgites.

Composition chimique		Composition virtuelle	
Si O ₂	37,28	Albite	1,05
Al ₂ O ₃	0,70	Anorthite	1,39
Fe ₂ O ₃	5,30	Hypersthène	24,20
Fe O	2,26	Olivine	49,98
Mn O	0,06	Magnétite	7,42
Mg O	38,37	Hématite	0,16
Ca O	0,30		
Na ₂ O	0,10		
K ₂ O	traces		
Ti O ₂	traces		
P ₂ O ₅	traces		
H ₂ O 105°	1,25	Paramètres C. I. P. W. - Lacroix. V. 5. 4. 5. [I'. 4. 1. 1.]	
H ₂ O combinée	13,35		
Perte au feu	1,25		
Total : 100,20			

TABLEAU IV. — Compositions réelle et virtuelle d'une harzburgite de Pentecôte (éch. PE-21).

GABBROS

Les gabbros de couleur grise sont bien cristallisés ; on y voit de beaux cristaux de feldspaths et de pyroxène qui souvent dépassent la taille du centimètre. Ailleurs, les éléments noirs disparaissent presque complètement et la roche devient leucocrate à grands cristaux de feldspaths (anorthosite). De nombreux échantillons ont été ramassés en des points éloignés du massif de roches grenues formant le substratum de la chaîne axiale de l'île ; d'autres échantillons ont été pris sur un sill affleurant dans les basses vallées des rivières Olemba et Truchy. Certains ont été étudiés en lames minces ; d'après les critères macroscopiques, ils ont été classés en quatre catégories :

— *Gabbros à diallage*, avec les échantillons PE-5 (rivière Olemba), PE-13 (rivière Truchy) et PE-22 (haute vallée de la rivière Olemba) ; ils correspondent à la bordure ouest du massif de roches grenues ;

— *Gabbros à amphibole*, avec l'échantillon PE-18 (creek « BG », Barmel) correspondant à la bordure est du massif ;

— *Norites*, avec l'échantillon PE-56 (haute vallée de la rivière Walo, Mont Wetmar) correspondant à la pointe sud du massif ;

— *Microgabbros*, avec l'échantillon PE-6 (rivière Olemba) correspondant au sill qui affleure dans les basses vallées Olemba et Truchy.

Gabbros à diallage (Echantillons PE-5, PE-13, PE-22).

Caractères macroscopiques. — Roches mésocrates avec des grands cristaux bien visibles à l'œil nu de feldspaths et pyroxènes.

Caractères microscopiques. — Roches holocristallines à texture grenue avec des grands cristaux de feldspaths et pyroxènes. Les minéraux présents se répartissent approximativement de la façon suivante :

Plagioclases ($Ab_2 An_3$, labrador)	50 %
Pyroxène monoclinique (diallage)	40 %
Pyroxène orthorhombique (hypersthène) ...	10 %
Amphibole (hornblende brune)	pour mémoire
Minerais (pyrite et magnétite)	»

Les plagioclases forment des grandes plages finement maclées entourant les cristaux de pyroxène ; ils ont été attribués à un labrador basique (angle d'extinction des sections de la zone perpendiculaire à g^1 voisin de 44°) (Pl. VII, fig. 3). Le pyroxène monoclinique ou diallage forme de grandes plages parcourues de nombreux clivages parallèles (trois) ; il est parfois en association diablasiique avec de la hornblende brune formant des résidus orientés dans la masse du diallage. Le pyroxène orthorhombique à clivages très fins a été déterminé comme étant de l'hypersthène, ici peu pléochroïque. Certaines lames présentent des petits agrégats de minerais déterminés comme pyrite et magnétite.

Analyse chimique. — L'échantillon PE-22 a été analysé au laboratoire du C.R.P.G. de Nancy (tableau V). C'est un gabbro dont le plagioclase moyen calculé est de l'anorthite.

Composition chimique		Composition virtuelle	
Si O ₂	48,57	Quartz	3,36
Al ₂ O ₃	19,05	Albite	5,24
Fe ₂ O ₃	2,88	Anorthite	48,93
Fe O	4,02	Diopside	13,50
Mn O	0,10	Hypersthène	31,68
Mg O	9,73	Magnétite	4,18
Ca O	13,33	Ilménite	0,46
Na ₂ O	0,61		
K ₂ O	traces	An %	93
Ti O ₂	0,20	Σ b	49,82
P ₂ O ₅	traces		
H ₂ O 105°	0,14		
H ₂ O combinée	1,16		
Perte au feu	0,03		
Total : 99,82		Paramètres C. I. P. W. - Lacroix	
		III. 5. 5. 5. [1'. 1. '2. 2.]	

TABLEAU V. — Compositions réelle et virtuelle d'un gabbro à diallage de Pentecôte (échantillon PE-22).

Gabbros à amphibole (Echantillon PE-18).

Caractères macroscopiques. — Assez mélanocrate, la roche a une structure grenue avec des cristaux noirs répartis dans un ensemble plus clair.

Caractères microscopiques. — Cette roche holocristalline à texture grenue a subi les effets d'une altération et les plagioclases ne sont pas déterminables. Les minéraux présents se répartissent approximativement comme suit :

Feldspaths très altérés	40 %
Amphibole (hornblende commune)	20 %
Pyroxène orthorhombique (hypersthène) ...	20 %
Minéraux d'altération (épidote, zoïsite, clinozoïsite, chlorites et ouralite)	10 %
Sphène	1 %
Minerais (pyrite et magnétite)	9 %

Le rôle prépondérant est partagé entre la hornblende légèrement brune et de l'hypersthène fortement dispersif. Les feldspaths ont été complètement transformés en un fond d'épidote, zoïsite et clinozoïsite. De l'ouralite verte et des chlorites s'implantent autour des cristaux de hornblende.

Analyse chimique. — L'échantillon PE-18 a été analysé par les soins du laboratoire du C.R.P.G. installé à l'E.N.S.G. de Nancy (tableau VI). Dans cette roche, les plagioclases sont représentés par la bytownite (Ab₁An₄).

Norites (Echantillon PE-56).

Caractères macroscopiques. — La roche est de couleur grise et à structure grenue avec une fine cristallisation.

Composition chimique		Composition virtuelle	
Si O ₂	41,16	Orthose	5
Al ₂ O ₃	16,65	Albite	9,43
Fe ₂ O ₃	8,67	Anorthite	37,81
Fe O	10,34	Diopside	11,28
Mn O	0,20	Hypersthène	12,10
Mg O	6,82	Olivine	6,72
Ca O	10,46	Magnétite	12,53
Na ₂ O	1,12	Ilménite	2,74
K ₂ O	0,81		
Ti O ₂	1,40	An %	80
P ₂ O ₅	traces	Σ b	45,27
H ₂ O 105°	0,34		
H ₂ O combinée	2,12		
Perte au feu	0,33		
Total : 100,42		Paramètres C. I. P. W. - Lacroix.	
		III. 5. 4'. 4'. [2'. 2. 1 (2). 3.]	

TABLEAU VI. — Compositions réelle et virtuelle d'un gabbro à amphibole de Pentecôte (échantillon PE-18).

Caractères microscopiques. — Cette roche holocristalline a une texture grenue avec des cristaux de feldspaths et de pyroxènes (Pl. VII, fig. 4). Les minéraux présents se répartissent approximativement comme suit :

Plagioclases (Ab ₂ An ₃ , labrador)	40 %
Pyroxène monoclinique (diallage)	30 %
Pyroxène orthorhombique (hypersthène)	20 %
Amphibole (hornblende brune en association avec le diallage)	5 %
Minerais (pyrite et magnétite)	5 %

PLANCHE VII

MICROPHOTOGRAPHIES DE SERPENTINES ET GABBROS DE L'ILE DE PENTECOTE

FIG. 1. — Altération des pyroxènes dans une harzburgite serpentinisée.

Grand cristal d'enstatite (en bas), altéré vers la droite en bastite, au milieu d'une masse serpentineuse à résidus d'olivine (en haut, vers le milieu).

Echantillon PE-28 ; rivière Baravet. *Lumière polarisée*, × 60.

FIG. 2. — Harzburgite très serpentinisée (aspect général de la roche).

Echantillon PE-21 ; rivière Olemba. *Lumière polarisée*, × 60.

FIG. 3. — Plagioclases dans un gabbro à diallage à texture pegmatitique.

Cristaux enchevêtrés de labrador basique aux macles irrégulières.

Echantillon PE-22 ; haute vallée de la rivière Olemba. *Lumière polarisée*, × 60.

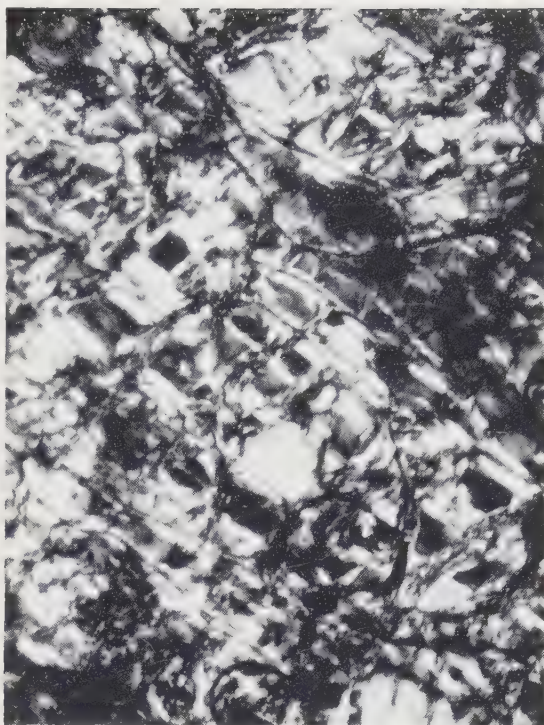
FIG. 4. — Norite (aspect général de la roche).

Dans le coin inférieur gauche, diallage et hornblende brune en association diablastique ; en haut, hypersthène ; au centre, baguette de labrador.

Echantillon PE-56 ; haute vallée de la rivière Walo, Mont Wetmar. *Lumière polarisée*, × 60.



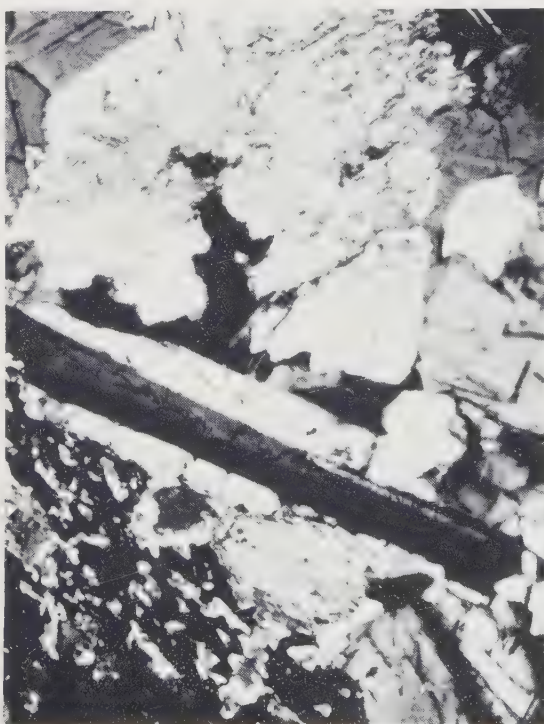
1



2



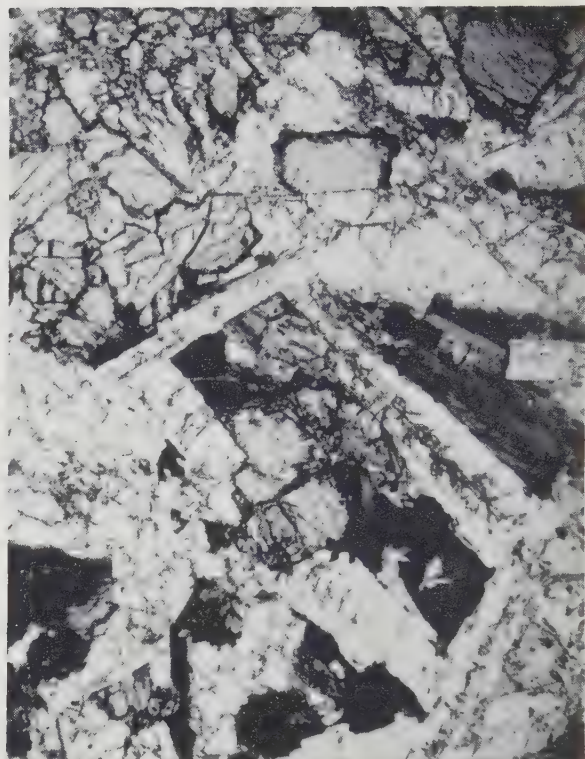
3



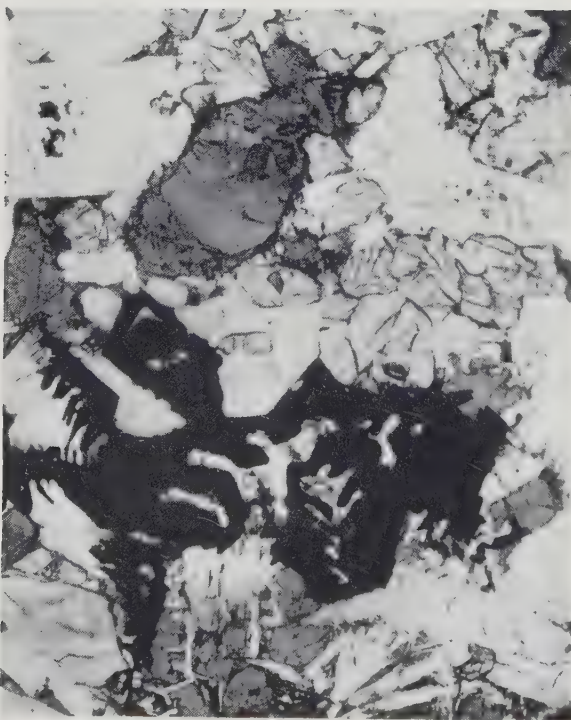
4



1



2



3



4

La roche est caractérisée par :

1° l'association diablastique entre le diallage et la hornblende brune. Le développement du pyroxène se fait aux dépens de l'amphibole avec la conservation des directions cristallographiques du minéral initial. Dans de nombreux cas la transformation est incomplète et il reste des plages d'amphibole à extinction simultanée au sein du pyroxène (Pl. VIII, fig. 1) ;

2° par l'association étroite entre les deux pyroxènes toujours en juxtaposition les uns contre les autres ; la limite entre les deux est mal définie.

Microgabbros (Echantillon PE-6).

Caractères macroscopiques. — Cette roche de couleur assez claire dans les gris est bien cristallisée et l'on y voit à l'œil nu des cristaux de feldspaths et de pyroxènes.

Caractères microscopiques. — Roche holocristalline à texture microgrenue intersertale avec des phénocristaux (60 %) de feldspaths et pyroxènes légèrement ouralitisés et une masse enchevêtrée (40 %) de cristaux de feldspaths et pyroxènes (Pl. VIII, fig. 2). Les minéraux présents se répartissent approximativement de la façon suivante :

Plagioclases (Ab ₂ An ₃ , labrador)	53 %
Pyroxène orthorhombique (hypersthène)	20 %
Ouralite et chlorites	5 %
Pyroxène monoclinique (augite)	20 %
Minerais (pyrite et magnétite)	2 %

PLANCHE VIII

MICROPHOTOGRAPHIES DE ROCHES GABBROIQUES ET BASALTIQUES DE L'ILE DE PENTECOTE

FIG. 1. — Association diablastique diallage - hornblende brune dans une norite.

Le cristal central est formé de diallage (gris) renfermant des plages à extinction simultanée de hornblende brune (clair). A gauche, cristal d'hypersthène accolé à du diallage (au dessus).

Echantillon PE-56 ; haute vallée de la rivière Walo, Mont Wetmar. *Lumière polarisée*, $\times 60$.

FIG. 2. — Microgabbro à texture intersertale affleurant en sill.

Labrador en baguettes imbriquées ; grains d'augite (coin supérieur gauche) ; hornblende verte (au centre et à droite) ; magnétite (en noir).

Echantillon PE-6 ; rivière Olemba. *Lumière naturelle*, $\times 60$.

FIG. 3. — Basalte à plagioclase, à texture doléritique (aspect général de la roche).

Labrador en baguettes imbriquées ; augite en grains ; magnétite squelettique (noir) ; résidus de verre en poches grises.

Echantillon PE-27 ; rivière Lévalékao. *Lumière naturelle*, $\times 60$.

FIG. 4. — Basalte à plagioclase, à texture microlitique doléritique (aspect général de la roche).

Phénocristal de labrador (coin supérieur droit) avec résidus de verre noir ; pâte cristallisée avec texture doléritique comprenant des grains d'augite (gris clair), des microlites feldspathiques (clair), des grains de magnétite (noir) et des résidus de verre en petites poches gris noir.

Echantillon PE-26 ; rivière Lévalékao. *Lumière naturelle*, $\times 60$.

DIORITES

Une roche très claire a été ramassée par E. Aubert de la Rüe sur la plage de la Baie Homo. D'après A. Lacroix, cette roche est une diorite quartzique (1936-41, p. 45). Elle consiste : en « plagioclase zoné (90 à 30 % d'anorthite), en lames souvent enchevêtrées et en grains groupés entre eux ; en un pyroxène incolore, qu'accompagne seulement du sphène rosé : le tout est englobé dans de larges plages de quartz ; c'est donc une diorite à structure doléritique ». Au cours de la reconnaissance dans la Baie Homo, cette roche n'a pas été retrouvée.

ROCHES VOLCANIQUES

SÉRIE ANDÉSITIQUE ANCIENNE (ANTÉ-MIOCÈNE ?)

Cette série, bien développée sur le flanc ouest de la partie sud, près du Mont Wetmar, affleure sous les calcaires au cœur d'une formation de tufs andésitiques sous-marins qui seront étudiés plus loin.

Très complexe, elle comprend toute une gamme de roches ayant subi les effets d'une altération profonde importante (ouralitisation) et, sur le terrain, il est difficile de les rattacher à un type de roches. En principe, les laves affleurent sous forme de pointements parfois considérables (Mont Wetmar) au sein des tufs et, de temps à autres, elles forment des coulées interstratifiées. De nombreux échantillons ont été ramassés dans les diverses vallées de la côte ouest et, d'après les critères de terrain, ils ont été classés en plusieurs catégories.

Andésites à hornblende.

La lave se rencontre plus particulièrement au pied du Mont Wetmar où elle a subi les effets de venues siliceuses et pyriteuses. Elle semble former la masse des andésites anciennes. A. Lacroix (1936-41, p. 49) a étudié un des échantillons ramassés par E. Aubert de la Rüe. Il consiste en un « dacitoïde à hornblende, riche en phénocristaux de plagioclase zoné (70 à 52 % d'anorthite au centre, 30 % sur les bords) et en petits cristaux de hornblende verte. L'augite est peu abondante et les microlites correspondent à l'andésine (30 % d'anorthite) ».

Un échantillon provenant de la vallée de la rivière Truchy, au Nord du Mont Wetmar, a été étudié en lame mince (échantillon PE-32).

Caractères macroscopiques. — Roche de couleur claire dans les gris verts avec des cristaux noirs en baguettes bien visibles à l'œil nu.

Caractères microscopiques. — Cette roche holocristalline a une texture microlitique à tendance doléritique. Elle a subi les effets d'une altération profonde et les feldspaths très abondants ne sont pas déterminables. Les minéraux visibles sont l'épidote, la zoïsite, la clinozoïsite et les chlorites qui forment des grands cristaux. Il existe en plus du quartz poecilitique à caractère secondaire.

Andésites labradoriques.

Elles se présentent sur le terrain dans les tufs andésitiques, sous les calcaires, mais elles semblent être plus récentes que les andésites précédentes. De couleur gris noir assez foncé, elles comportent des phénocristaux de feldspaths nombreux. De temps à autre, elles forment des coulées interstratifiées dans les tufs (rivière Warbot). Un échantillon pris sous les calcaires dans la moyenne vallée de la rivière Olemba a été étudié en lame mince (échantillon PE-20).

Caractères macroscopiques. — Roche de couleur gris-noir foncé avec des phénocristaux de feldspaths bien visibles.

Caractères microscopiques. — La texture est microlitique, fine, avec deux temps de cristallisation : 10 % de phénocristaux et 90 % de pâte avec de petits microlites. Les minéraux présents se répartissent approximativement comme suit :

	<i>Phénocristaux</i>	<i>Microlites</i>	<i>Total</i>
Plagioclases (Ab ₁ An ₁)	5 %	50 %	55 %
Pyroxène (augite)	4 %	10 %	14 %
Péridot (olivine altérée)	1 %	—	1 %
Minéraux d'altération et silice secondaire ..	—	10 %	10 %
Minéral (magnétite)	1 %	9 %	10 %
Résidu de verre	—	10 %	10 %

Les feldspaths en longues baguettes et en phénocristaux glomérporphyriques sont rattachés au labrador (55 % d'anorthite). Ils sont souvent envahis par de la silice amorphe (opale) ; il ne reste plus alors que l'empreinte du cristal dans la pâte microlitique. Le minéral, de la magnétite, est très abondant, surtout dans la pâte.

Un échantillon de ces roches a été étudié par A. Lacroix (1936-44, p. 37) ; il signale des plagioclases zonés glomérporphyriques allant jusqu'à 90 % d'anorthite, des microlites de plagioclase à 55 % d'anorthite, de l'augite et de la magnétite microgrenue avec quelques rares cristaux d'olivine.

Agglomérats et brèches andésitiques.

Sur le terrain, les agglomérats et les brèches sont soit interstratifiés dans les tufs andésitiques de Lonororo, soit en masses informes au voisinage des pointements d'andésites anciennes (rivières Truchy, Walo et Olemba). Souvent, ils sont rubéfiés en surface et ils peuvent contenir des oxydes de manganèse.

SÉRIE BASALTIQUE RÉCENTE (PLIOCÈNE)

Cette série volcanique bien développée le long des côtes de la partie sud a des caractères constants. La lave correspond à un basalte défini ici comme basalte à plagioclase.

Basaltes à plagioclase.

La roche, de couleur gris-noir ou brun-noir, est compacte, avec de fins cristaux de feldspaths visibles à l'œil nu. Sur le terrain, elle se présente sous forme de masses énor-

mes remplissant de grandes fractures (épanchements fissuraux). Elle a alors une structure apparente en oreillers ou « Pillow-lavas ». Dans la partie sud de l'île, au Nord de Barmel, cette structure est visible sur la falaise taillée par l'érosion marine. Là, et plus particulièrement entre les creeks « BC » et « BD », on peut observer des grandes sphères de lave, ayant de un à trois mètres de diamètre, accolées les unes aux autres à tel point qu'elles sont parfois déformées. Les sphères sont constituées en allant de l'extérieur vers l'intérieur, par :

- a) une couche de verre noir épaisse de 3 à 6 centimètres ;
- b) une couche de 10 à 20 centimètres de lave aphyrique compacte ;
- c) une couche de 50 centimètres à 1 mètre de laves se débitant en petits prismes hexagonaux irréguliers rayonnés autour du centre. Dans cette zone, la lave a une structure microlitique avec des phénocristaux de feldspaths ;
- d) un noyau formé par une lave compacte, dure et mal différenciée à l'œil nu.

Souvent, entre plusieurs sphères (2 ou 3), il existe un espace qui est généralement rempli par du quartz pyriteux et des jaspes verts et rouges également pyriteux.

Ailleurs, sur le terrain, le basalte forme de splendides orgues (rivières « BK »). Les prismes de grande taille sont orientés perpendiculairement à l'allongement de la coulée et ils se débitent en escaliers le long des flancs de la montagne.

Parfois, la lave est très scoriacée avec des passages de verre dans une pâte très bulleuse (baie Barrier).

De nombreux échantillons ont été ramassés sur les affleurements d'un point à l'autre de la partie sud et deux d'entre eux (PE-26 et PE-27 provenant de la rivière Lévalékao) ont été étudiés en lames minces.

— ECHANTILLON PE-27.

Caractères macroscopiques. — De couleur brun foncé, l'échantillon est bien cristallisé ; il correspond à la partie centrale d'une grande masse de lave épanchée dans une importante fracture E-W.

Caractères microscopiques. — La texture est microlitique doléritique avec deux temps de cristallisation. La roche comporte 70 % de phénocristaux de feldspaths et de pyroxène et 30 % d'une pâte avec des microlites de feldspaths et des résidus de verre brun (Pl. VIII, fig. 3). Les minéraux présents se répartissent approximativement de la façon suivante :

	Phénocristaux	Microlites	Total
Plagioclases ($Ab_2 An_3$, labrador)	40 %	5 %	45 %
Pyroxène (augite)	28 %	5 %	33 %
Péridot (olivine altérée)	2 %	—	2 %
Minérai (magnétite)	1 %	—	1 %
Verre (résidu brun)	—	—	19 %

Les feldspaths sont des plagioclases, soit en phénocristaux zonés, soit en microlites imbriqués. Ils se rattachent au labrador (extinction à 37° des sections perpendiculaires à g^1). Les pyroxènes légèrement colorés en vert pâle sont de l'augite souvent maclée. Par endroits, la magnétite forme des cristaux squelettiques et des grillages cristallins.

L'ordre de cristallisation est le suivant : — 1^{er} temps : magnétite, feldspaths, pyroxène, périclote ; — 2^e temps : pyroxène, feldspaths.

— ECHANTILLON PE-26.

Caractères macroscopiques. — De couleur brun foncé, l'échantillon contient de fins cristaux de feldspaths. Il correspond à un affleurement de lave à structure en prismes dans la moyenne vallée de la rivière Lévalékao.

Caractères microscopiques. — La texture est microlitique doléritique avec deux temps de cristallisation : 10 % de phénocristaux de feldspaths et pyroxène et 90 % d'une pâte à microlites imbriqués de feldspaths et pyroxène ; il existe également un résidu de verre (Pl. VIII, fig. 4). Les minéraux présents se répartissent approximativement comme suit :

	Phénocristaux	Microlites	Total
Plagioclases (Ab ₂ An ₃ , labrador)	8 %	40 %	48 %
Pyroxène (augite)	1 %	40 %	41 %
Périclote (olivine altérée)	1 %	—	1 %
Minéral (magnétite)	1 %	4 %	5 %
Résidu de verre	—	—	5 %

Les plagioclases, constitués par du labrador (38° pour l'angle maximum d'extinction des sections perpendiculaires à g^1), sont groupés en glomérules avec l'augite et la magnétite. L'ordre de cristallisation est le suivant : — 1^{er} temps : magnétite, feldspaths, pyroxène, périclote ; — 2^e temps : magnétite, pyroxène, feldspaths.

Analyse chimique. — Un échantillon provenant de la collection ramassée par E. Aubert de la Rüe a été analysé par A. Lacroix (1936-1941, n° 8, p. 18) et il est bon de comparer cette analyse avec celle exécutée par le Laboratoire du C. N. R. S. installé à l'E. N. S. G. de Nancy (tableau VII).

Composition chimique en %			Composition virtuelle en %		
	Lacroix n° 8	PE-26		Lacroix n° 8	PE-26
Si O ₂	50,54	49,60	Quartz libre	1,68	4,92
Al ₂ O ₃	14,89	17,41	Orthose	3,34	7,23
Fe ₂ O ₃	2,81	5,12	Albite	24,63	22,01
Fe O	6,43	5,82	Anorthite	25,85	29,47
Mn O	0,12	0,13	Diopside	28,06	8,50
Mg O	6,32	4,00	Hypersthène		13,95
Ca O	11,00	9,63	Magnétite	4,18	7,42
Na ₂ O	2,86	2,61	Ilménite	3,04	1,52
K ₂ O	0,63	1,28	Apatite	0,34	0,34
Ti O ₂	1,60	0,80			
P ₂ O ₅	0,10	0,14	An %	51	57
H ₂ O 105°	1,90	2,35	Σ b	41,8	31,73
H ₂ O combinée	1,09	0,71			
Perte au feu		0,06			
Total :	100,31	99,66			

Paramètres C. I. P. W. - Lacroix.

Lx. n° 8 : III. 5. (3) 4. (4) 5. [2. 1. 2. 2 (3).]
PE-26 : II. 5. '4. 4. [2. 1. 2. 3.]

A. Lacroix, n° 8 (1936-1941, p. 18) : Dolérite labradorique (Ile de Pentecôte).

PE-26 : Basalte à plagioclase (Rivière Lévalékao, île de Pentecôte).

TABLEAU VII. — Compositions réelles et virtuelles de roches de la série basaltique récente de l'île de Pentecôte.

Brèches basaltiques.

Ces roches dures, compactes, massives, sont formées par un assemblage de blocs anguleux ou arrondis de basaltes parfois bulleux, pris dans un ciment à matériel volcanique fin. Elles contiennent par place des morceaux de calcaires (baie Barrier) et des blocs de tufs andésitiques (creek « BK »). Sur le terrain, on les rencontre en bordure des grandes masses de basaltes à structure en « Pillow-lavas » ou des coulées à débit prismatique (creek « BK » par exemple).

Agglomérats basaltiques.

Les agglomérats, de couleur jaune, contiennent des petits granules de basalte bulleux. Les plus beaux affleurements se trouvent à la Pointe Ranbout, au Nord de la baie Barrier et au rocher Araberra, dans la baie Homo où les agglomérats sont intimement mélangés avec des tufs et des brèches.

Tufs basaltiques.

Les tufs sont de couleur jaune, brune ou grise ; ils sont formés par un fin matériel basaltique et ils alternent sur le terrain avec les agglomérats et les brèches. Les plus beaux affleurements se rencontrent dans la basse vallée du creek « BL », au Nord de Barmel, sur la côte est.

ROCHES METAMORPHIQUES

En dehors de celles qui résultent d'une légère silicification des tufs andésitiques de Lonōroro, les roches métamorphiques n'ont pas été vues en place sur le terrain. Dans certaines vallées de la côte ouest correspondant aux affleurements des roches cristallines, il existe quelques blocs et galets d'une roche déterminée comme étant une amphibolite.

Amphibolites.

L'échantillon PE-11 a été ramassé dans les alluvions de la rivière Truchy.

Caractères macroscopiques. — De couleur noire, la roche a une structure litée à l'œil nu : les éléments noirs forment des lits alternant avec les éléments blancs.

Caractères microscopiques. — La roche est holocristalline, à texture grenue, sans litage visible. L'élément essentiel est une hornblende verte bien formée (60 % environ). Viennent ensuite des feldspaths très altérés en damourite et séricite (40 % environ). Quelques filonnets de feldspaths plus sains recoupent l'ensemble. Le minéral, peu abondant, est constitué par de la pyrite.

ROCHES VOLCANO-SEDIMENTAIRES

Les roches volcano-sédimentaires d'âge tertiaire, sont formées par des matériaux volcaniques : poussières, débris de minéraux, scories et ponce, reliés par un ciment fin de même nature, mais parfois argiloïde, marneux ou calcaire. Elles contiennent souvent

une microfaune représentée surtout par des Globigérinidés. En général, elles sont stratifiées en bancs de faible épaisseur et parfois litées.

Tufs andésitiques anciens de Lonororo.

Souvent détritiques et grossiers, les tufs stratifiés ont une couleur grise assez foncée. Par endroits, ils sont argiloïdes avec un matériel andésitique très fin. Dans la vallée de la rivière Olemba où ils atteignent une grande épaisseur, ils sont en voie de silicification. De couleur claire, jaune ou brune, ils deviennent durs, à cassure franche, et renferment parfois de la pyrite.

En lame mince, sur un fond de calcite contenant des Globigérinidés, le matériel volcanique andésitique est représenté par des fragments de plagioclases, hornblende, augite et pyroxène orthorhombique.

Partout, les tufs sont recouverts par une épaisse couche de calcaires blancs massifs de Mélsisi avec lesquels ils sont en concordance.

ROCHES SEDIMENTAIRES

Les roches sédimentaires sont abondantes dans l'île. Elles appartiennent au Tertiaire et au Quaternaire. Sur le terrain et d'après leur nature, elles ont été divisées en roches calcaires, roches d'altération et alluvions.

ROCHES CALCAIRES

Les calcaires forment la majorité des affleurements de surface ; en effet, même les plus hauts sommets sont en calcaire (Mont Thevenin : 986 mètres d'altitude). Toutes ces roches sont dépourvues de fossiles et il est difficile de leur donner un âge. Les échantillons étudiés ne m'ont pas permis de fixer, d'une façon précise, la place des différents faciès dans l'échelle stratigraphique. D'après les critères de terrain, les calcaires ont été rattachés, d'une façon approximative, à des formations étudiées dans d'autres îles.

Provisoirement donc, les roches calcaires ont été divisées en cinq catégories correspondant à leur place supposée dans une échelle stratigraphique probable.

Calcaires blancs massifs de Mélsisi.

Ces calcaires compacts, massifs et de couleur claire, sont finement recristallisés. Leur extension à Pentecôte est très importante et ils peuvent former, comme dans la partie nord, des entablements de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur (Mélsisi, avec parfois des falaises de plus de 200 mètres de hauteur). Ailleurs, ils reposent directement en concordance sur les tufs andésitiques anciens de Lonororo (vallées Warbot et Watchoum). Dans la région de Barmel, ils sont directement en contact avec les serpentines et les gabros. D'après les critères de terrain qui seront étudiés plus loin et malgré l'absence de fossiles, ces calcaires semblent devoir être rattachés aux calcaires à Foraminifères du Miocène décrits en 1905 par D. Mawson (p. 455), en 1907 par F. Chapman (p. 261), après étude des matériaux rapportés de l'île Mallicolo par D. Mawson, et en 1947 par R. Abrard, après étude des matériaux rapportés des îles Mallicolo et Epi par E. Aubert de la Rüe.

Tuffeaux calcaires de Baravet.

Les tuffeaux très meubles forment des affleurements discontinus interstratifiés à la partie supérieure de la série des calcaires de Mélsisi, comme par exemple dans la haute vallée de la rivière Baravet (échantillon PE-59). D'après les critères de terrain et l'étude de l'échantillon PE-59, malheureusement peu fossilifère, ils semblent devoir être rattachés aux calcaires tufacés à Foraminifères du Miocène supérieur décrit par R. Abrard (1946-1947), après une étude des matériaux rapportés par E. Aubert de la Rüe des îles Mallicolo et Epi.

Calcaires récifaux de Loltong.

Ces calcaires récifaux sont difficiles à distinguer des calcaires de Mélsisi. Souvent, ils sont stratifiés. Ils semblent former l'ensemble de l'arête dorsale qui parcourt le plateau nord le long de la côte orientale. Leur couleur est généralement claire et ils sont entièrement recristallisés avec de rares vestiges de coraux. D'après leur place à la partie supérieure des formations calcaires, ils semblent devoir être rattachés à la fin du Tertiaire et au début du Quaternaire.

Calcaires coralliens subactuels.

Sur le bord de mer, des calcaires très irréguliers et non stratifiés correspondent au développement des coraux avant le dernier surélévement de l'île : quelques mètres bien visibles sur la côte orientale entre Barmel et la Pointe Nord. On y observe des débris de coraux et des empreintes de coquillages. Ils contiennent souvent des galets de laves et de roches cristallines. En général, ils forment le soubassement des plateformes littorales.

Calcaires coralliens actuels.

Le long de la côte est, entre la baie Barmel et la baie Barrier, le corail est en pleine croissance ; il forme un petit récif barrière limitant un lagon de faible profondeur. Ailleurs, il existe presque partout des récifs frangeants en cours de développement, mais ils ne sont vraiment très importants que le long de la côte est où l'agitation constante de la mer facilite la croissance.

ALLUVIONS

Etant donné le caractère très torrentiel des rivières, les alluvions sont peu abondantes. On y distingue des alluvions anciennes, des alluvions récentes et des formations de bord de mer.

Alluvions anciennes.

Des cailloutis argileux contiennent des galets, des blocs roulés et des passages sableux. Ils forment des terrasses à 3, 5 et 20 mètres au-dessus des alluvions récentes (par exemple, dans la vallée de la rivière Olemba).

Alluvions récentes.

Des cailloutis avec des blocs roulés, des galets, des graviers et des sables s'accumulent sur les récifs frangeants à l'embouchure des grandes rivières sur la côte ouest.

Formations de bord de mer.

Des galets et des sables calcaires affleurent le long des plages de la partie nord (baie de Mélsisi).

Des sables gris à éléments de roches cristallines et volcaniques forment l'ensemble des affleurements du bord de mer dans la baie Homo.

Des sables blancs coralliens à éléments volcaniques fins s'étendent le long de la plage de la baie Barrier.

Des sables noirs à chromite s'amassent sur le bord de mer, là où des serpentines et des péridotites serpentinisées affleurent (creek « BK », région de Barmel).

ROCHES D'ALTÉRATION

A la surface des entablements calcaires, il existe souvent une épaisse couche de terre à tendance latéritique. Il n'y a pas de cuirasse, mais, par endroits, on peut recueillir des nodules d'oxydes de fer (échantillon PE-67 sur les entablements calcaires dans la haute vallée du creek « BJ » avec 55 % de fer).

Là où les serpentines et les péridotites serpentinisées affleurent, elles sont transformées en un produit argiloïde bleuté et très fluctuant. Ce dernier peut donner, pendant les pluies, des grandes coulées de boue bleue entraînant d'énormes blocs de roches non altérées (creek « BK » et rivière Ringy).

DESCRIPTIONS RÉGIONALES

PARTIE NORD DE L'ILE

La partie nord, allant de la rivière Lévalékao à la Pointe Nord, est uniquement constituée par une grande épaisseur de calcaires (Pl. B). Une série compréhensive calcaire va probablement du Miocène à l'époque actuelle (?) et il est difficile de distinguer les différentes variétés.

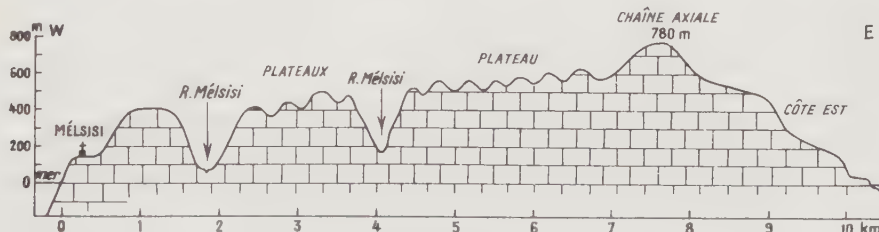


Fig. 18. — Coupe géologique schématique W-E de l'île de Pentecôte dans la Partie nord, au droit de Mélsisi.

De profondes vallées comme celle de Mélsisi (Pl. IX), recoupent toute la série calcaire qui dépasse 600 mètres d'épaisseur (fig. 18). Il semble qu'à la base, il y ait des calcaires

massifs blancs à Foraminifères, au-dessus des passages discontinus de calcaires tufacés à Foraminifères et, pour terminer, des calcaires récifaux formant l'arête dorsale qui longe la côte est.

Sur la côte est, une plateforme littorale parfois importante, avec un fond de calcaires coralliens subactuels, est recouverte de terre arable, sorte de limon provenant de l'entraînement des argiles d'altération des calcaires, quelquefois très épaisses à la surface des plateaux.

Sur la côte ouest, la falaise calcaire tombe directement dans la mer et il n'existe plus de plateforme littorale, sauf au fond des baies principales : Mélsisi, Batnabé, Namaram et Lol tong.

PARTIE SUD DE L'ILE

Dans la partie sud, très montagneuse, seuls les bassins des rivières principales ont été étudiés dans le détail. La géologie de l'ensemble paraît très complexe (Pl. B) et il faut considérer plusieurs divisions : la *zone nord* de la partie sud avec les régions de Baravet, Olemba, Barmel et Wari, et la *zone sud* avec les régions d'Homo, Martelli et Barrier.

ZONE NORD

Elle correspond à la partie la plus montagneuse de l'île de Pentecôte : sommets autour de 900 mètres et fonds de vallées à seulement quelques centaines de mètres. Pour faciliter la compréhension de la structure géologique, cette zone va être étudiée par tranches E-W. En effet, chaque rivière importante de la côte ouest a son homologue sur la côte est.

REGIONS DE BARAVET (Côte ouest) ET DE BARMEL (Côte est)

Sur la côte ouest, la rivière Lévalékao forme la limite septentrionale de la partie sud : elle est la première rivière vers le Sud où affleurent des roches autres que les calcaires. Il en est de même du creek « BL » sur la côte est.

Rivière Lévalékao (Côte ouest).

Au bord de mer et sur la plateforme littorale, des alluvions grossières sont constituées par des galets et des blocs de calcaires pris dans un ensemble argileux. Ces alluvions reposent sur des calcaires coralliens subactuels (fig. 19 A). En remontant la rivière, des basaltes à structures en « pillow-lavas » affleurent après les calcaires. Ils correspondent à un épanchement fissural monté dans une faille E-W, faille limitant d'ailleurs les deux parties de l'île : au Nord, uniquement des roches calcaires et au Sud, des laves et des roches cristallines en plus des calcaires. Des tufs basaltiques jaunes et des agglomérats à nodules de laves bulleuses affleurent ensuite. Plus en amont, la rivière coule le long de la faille juste au contact calcaires-laves (calcaires sur la rive droite et basaltes sur la rive gauche). Plus haut, les laves basaltiques reviennent sur les deux rives pour faire bientôt place à des tufs grossiers et à des agglomérats.

La haute vallée de la branche nord est uniquement constituée par les calcaires de Mélsisi. Il en est de même pour la branche sud, mais là des basaltes à plagioclases (PE-26 et PE-27) recouvrent largement les calcaires.

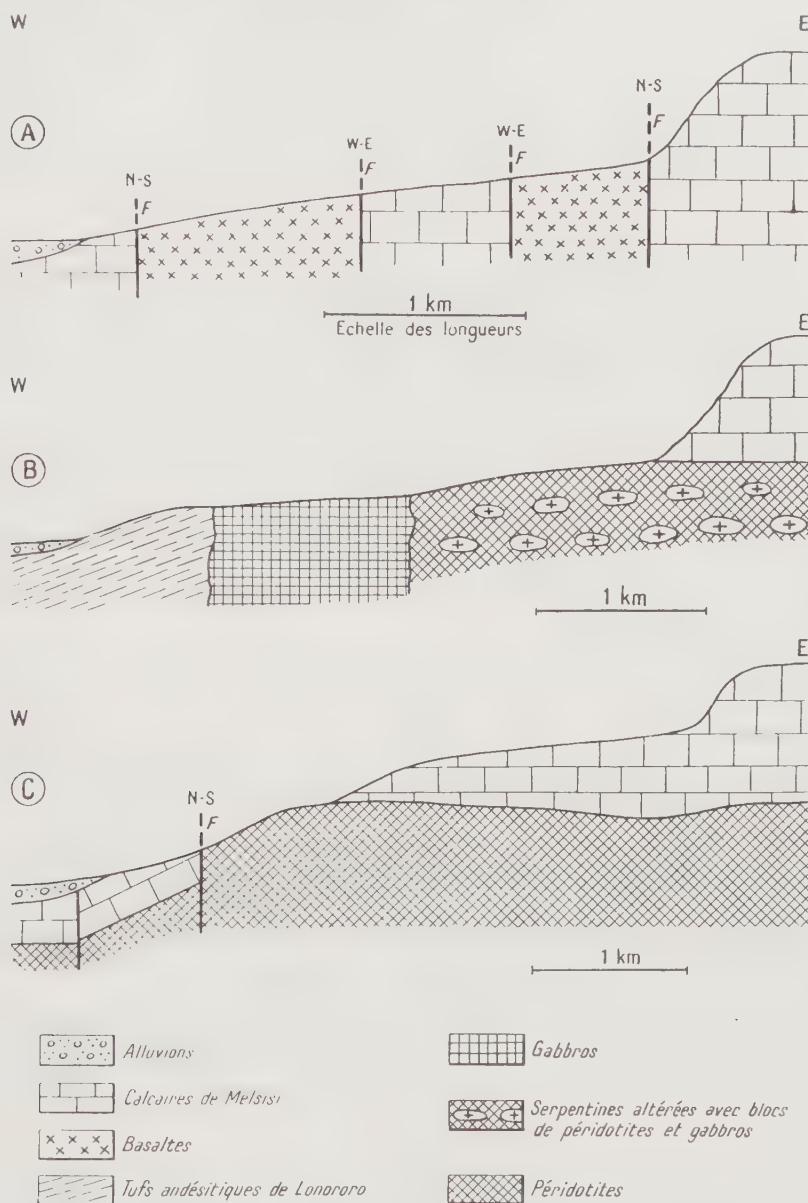


FIG. 19. — Coupes géologiques schématiques dans la région de Baravet (Ile de Pentecôte, Partie sud, côté ouest).
A : Rivière Lévaléko. - B : Rivière Ringy. - C : Rivière Baravet (branche nord).

La dépression, en forme de cratère où la rivière Lévalékao prend sa source, est formée par des basaltes à plagioclases dans sa partie ouest (altitude 750 mètres) et, dans sa partie est, par la série compréhensive des calcaires (850 mètres). Au centre de la dépression, un côté est en basaltes et l'autre en calcaires.

Creek « BL » (Côte est).

Comme pour la rivière Lévalékao, le creek marque l'apparition de laves basaltiques à travers la série compréhensive des calcaires, laves montées dans une faille E-W. En remontant le lit du creek au-dessus de la plateforme littorale, constituée de calcaires coralliens subactuels, on trouve des affleurements de tufs, agglomérats et brèches de basaltes à plagioclase.

Au Sud de la rivière Lévalékao et du creek « BL », les roches grenues apparaissent dans les vallées de la rivière Ringy (Baravet) et des creeks « BK » et « BJ » (Barmel).

Rivière Ringy (Côte ouest).

La rivière (fig. 19 B) a profité d'une série de grandes fractures E-W pour pénétrer très profondément le massif montagneux. En la remontant, on rencontre au bord de mer, des alluvions formées par des galets et des blocs roulés de serpentines, péridotites, microgabbros, basaltes et calcaires. Plus haut, il existe des terrasses alluviales avec des galets et des blocs roulés des mêmes roches noyés dans un ensemble argileux clair provenant des produits d'altération des serpentines et des péridotites. En amont, ce sont des norites, (type PE-56) qui affleurent en masse sur les deux rives. Après les norites, d'énormes affleurements fluctuants de matières argiloïdes bleutées proviennent de l'altération des serpentines. Ces boues contiennent des blocs témoins de serpentines et de péridotites non altérées. Enfin, au-dessus des serpentines et à la cote 250, des affleurements de la série compréhensive calcaire paraissent horizontaux et constituent l'ensemble de la chaîne centrale culminant à 800 mètres.

Creek « BK » (Côte est).

Comme la rivière Ringy, le creek a profité des mêmes failles E-W pour pénétrer profondément dans le massif montagneux. En remontant la vallée (Pl X A' et fig. 20 B), les roches rencontrées se présentent de la façon suivante :

Au bord de mer, les alluvions sont formées par des galets et des blocs roulés de serpentines, péridotites, basaltes et calcaires. Le massif de serpentines avance jusqu'à la mer au sud de l'embouchure du creek ; une falaise domine une plage de sable noir à chromite. Des alluvions de même constitution recouvrent au Nord du creek la plateforme littorale à soubassement de calcaires coralliens subactuels.

A l'entrée de la vallée, des affleurements de calcaires compacts de Mélsisi, ici stratifiés en gros bancs (7 à 8 mètres d'épaisseur), ont un pendage de 15° vers l'Est. Sous les calcaires apparaissent bientôt les tufs andésitiques de Lonororo avec là un pendage de 20° vers l'Est.

Plus en amont, on peut voir sur la rive droite le contact faillé N-S entre les tufs andésitiques et les basaltes ; les tufs sont broyés et redressés et la lave contient des blocs anguleux de ces derniers. Plus haut, la rivière entaille profondément un grand massif basaltiques avec des brèches grossières, des agglomérats, d'énormes masses à structure en « pillow-lavas » et de puissantes coulées se débitant en gros prismes hexagonaux légèrement tordus.

Vers la haute vallée, le massif volcanique est limité par une grande épaisseur de brèches basaltiques. Le cours de la rivière monte très rapidement par une série de cascades taillées dans ces brèches ; ces cascades sont d'ailleurs encombrées par un chaos

de serpentines et de péridotites arrachées au cours supérieur de la vallée. Le grand massif aux contours arrondis que l'on peut voir sur la photographie aérienne (Pl. X A) représente cet ensemble volcanique (Pliocène ?) qui s'est introduit à l'emporte-pièce à travers les tufs andésitiques de Lonororo, les calcaires de Mélsisi, les serpentines et les péridotites.

En continuant à remonter le creek, on rencontre en effet le contact brutal entre les brèches basaltiques et les serpentines, ici complètement transformées en boues bleutées fluctuantes. Dans l'encoche creusée par la rivière, le contact est vertical ; mais il semble avoir au Nord un pendage de 85° vers le N-E.

En amont du contact, la rivière a creusé son cours dans l'amalgame des boues et blocs de serpentines et péridotites. Les flancs de la vallée sont fluctuants et, à chaque grosse pluie des coulées de boues entraînent d'énormes blocs de roches moins altérées.

Plus haut, à la cote 350, des bancs horizontaux de calcaires de Mélsisi, probablement miocènes (?), recouvrent directement les serpentines altérées.

Creek « BJ » (Côte est).

La vallée de ce creek est en général peu profonde. Elle serpente sur un vaste plateau calcaire qui s'étend au Sud du massif volcanique. Les roches grenues serpentines et péridotites ne sont visibles qu'au voisinage du bord de mer, où affleure un lambeau de brèches basaltiques (Pl X, A et A' ; fig. 20 A).

Plus au Sud, les rivières drainent sur les deux côtes le massif de roches grenues : sur la côte ouest, la rivière Baravet et sur la côte est, les creeks « BG » et « BD ».

Rivière Baravet (Côte ouest).

Cette rivière, au débit très important, coule au fond d'une vallée profonde presque toujours comprise dans la série calcaire compréhensive de Mélsisi. En remontant la branche nord (fig. 19 C), on rencontre assez rapidement un affleurement de péridotites (PE-21) limité à l'Ouest par une faille N-S. Ces roches sont directement recouvertes par les calcaires. Dans la haute vallée, il existe des bancs de tuffeaux à la partie supérieure des calcaires à Foraminifères.

La branche sud coule uniquement dans la série compréhensive calcaire ; seul un affleurement de péridotites domine la rive gauche dans le cours moyen de la vallée.

Dans les roches calcaires, on trouve souvent des brèches de failles dirigées NW-SE et N-S.

Creek « BG » (Côte est).

Cette rivière très torrentielle débouche au bord de mer au fond d'une baie entourée d'un cirque de montagnes de plus de 200 mètres de hauteur. Elle ne pénètre pas dans la chaîne axiale ; sa pente est forte et en la remontant, on gagne rapidement la cote 400 où commencent à affleurer les calcaires compacts de Mélsisi (fig. 20 D).

Au fond de la baie (Pl. X, B et B') et au bord de mer, sur le flanc nord, une falaise de 200 mètres de hauteur est formée par des brèches basaltiques. Sur le flanc sud, ces mêmes roches, moins élevées, sont bordées par une banquette corallienne subactuelle

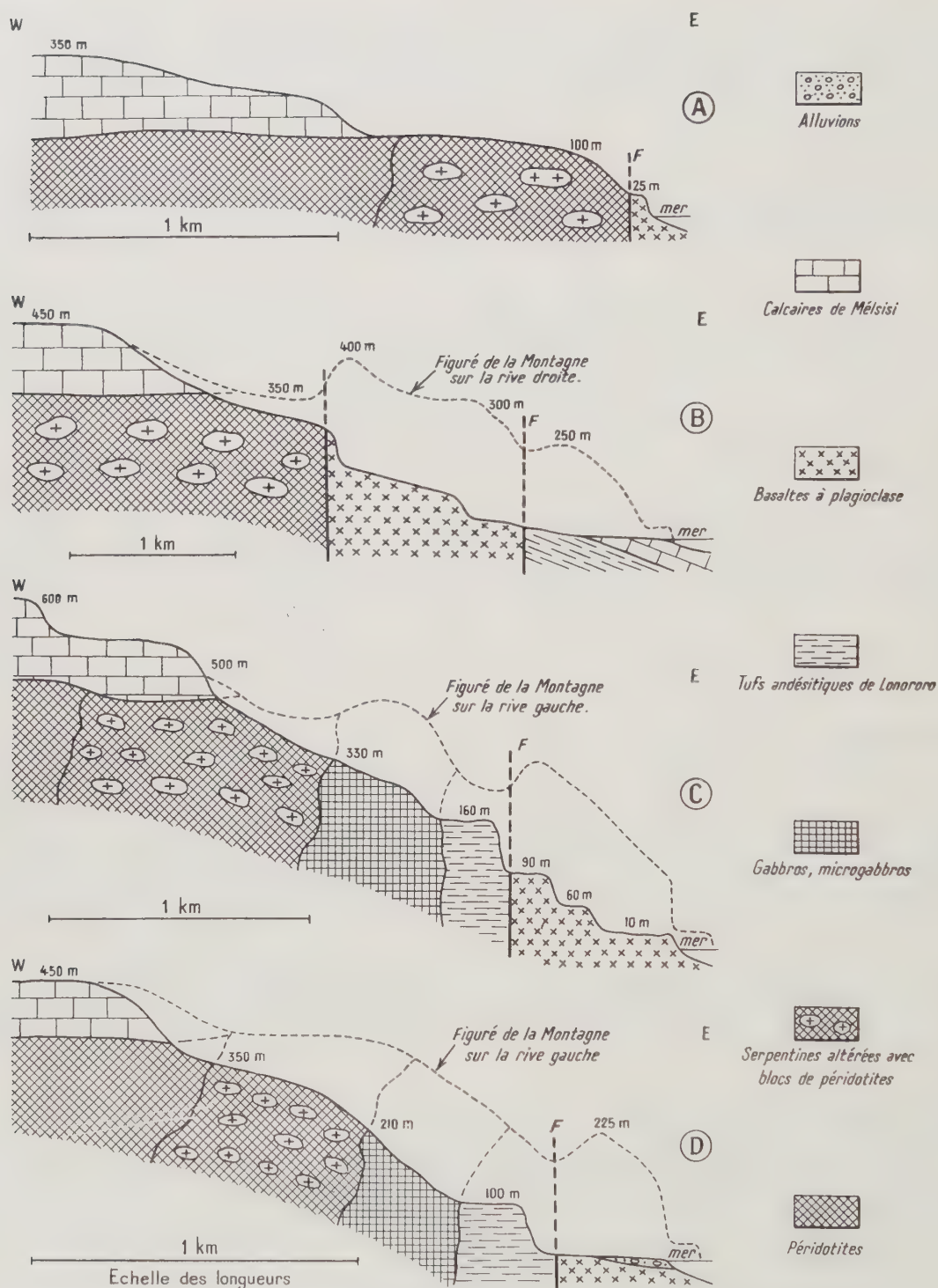


FIG. 20. — Coupes géologiques schématisques de la région de Barmel (Ile de Pentecôte).

A : Creek « BJ ». - B : Creek « BK ». - C : Creek « BD ». - D : Creek « BG ».

surélevée de 2 mètres. Le centre de l'anse est constitué par une plage de galets et de blocs roulés comprenant des serpentines, des péridotites, des gabbros, des microgabbros, des anorthosites, des amphibolites (quelques rares blocs seulement), des basaltes à plagioclase, des calcaires compacts et des tufs andésitiques. On rencontre là toutes les roches existantes à Pentecôte, à l'exception des andésites anciennes.

Au voisinage immédiat de la plage, les basaltes à structure en « pillow-lavas » affleurent sur les deux rives. Brusquement, à la cote 30 mètres, les tufs andésitiques apparaissent grâce à un contact anormal vertical (Pl. X, B'). Ce contact s'incline vers l'Est, avec un pendage de 75°, en montant sur les flancs de la vallée.

Plus en amont, une cascade d'environ 70 mètres marque la fin des affleurements de tufs andésitiques. Il existe alors dans le lit un chaos de blocs énormes de serpentines, péridotites et gabbros. En continuant à remonter, ces blocs cachent les affleurements de gabbros, ici à amphibole (PE-18), en partie altérés. A 240 mètres d'altitude, des produits argiloïdes bleutés provenant de l'altération des serpentines affleurent sur les deux rives. A la cote 400, les calcaires de Mélsisi apparaissent au-dessus des serpentines et des péridotites en partie serpentinisées. Ces calcaires semblent être horizontaux ; le contact entre les deux roches est franc, et il n'existe pas de conglomérat calcaire de base. Sous les roches calcaires, les serpentines continuent à être presque entièrement altérées. Enfin, près de sa source, le creek « BG » coule dans la série compréhensive des calcaires compacts (cote voisine de 600 mètres).

Creek « BD » (côte est).

Ce torrent de montagne a une pente très forte et il ne pénètre pas profondément dans la chaîne axiale. En remontant le creek, on rencontre les roches suivantes (Pl X, B et B' ; fig. 20 C).

Au bord de mer, la rivière entaille profondément les basaltes ici sous forme de brèches et de masses à structure en « pillow-lavas » et il existe de très jolies cascades (trois en tout). Plus en amont et à la cote 90 mètres, le contact anormal vertical qui limite à l'Ouest les épanchements fissuraux de basaltes fait apparaître les tufs andésitiques de Lonororo avec plus de 100 mètres d'épaisseur. Ces tufs sont bien stratifiés, avec des bancs horizontaux finement lités. A la cote 200, ce sont les gabbros et microgabbros qui affleurent, surtout sur la rive gauche ; le contact avec les tufs n'est malheureusement pas visible à cause du chaos de rochers qui encombre la vallée. A la cote 330, les serpentines, très altérées et transformées en produits argiloïdes bleus, affleurent sur les deux rives ; on n'a pas la possibilité de voir le contact avec les gabbros, car il est caché par les éboulis de pente. A la cote 450, les serpentines sont recouvertes par les calcaires de Mélsisi et la rivière coule juste en-dessous du contact qui est horizontal et très irrégulier dans le détail. Il n'existe pas de conglomérat calcaire de base. A la cote 500, la vallée, peu encaissée, laisse voir le contact entre les roches calcaires et les péridotites en partie serpentinisées. Au voisinage de la source (cote 600 environ), il n'existe plus que des calcaires de la série compréhensive.

REGIONS DE WARI (Côte est) ET D'OLEMBA (Côte ouest).

Le long de la côte est, les affleurements de roches grenues disparaissent vers le Sud, probablement après le passage d'une faille E-W qui est peut-être à l'origine du décrochement de la baie Barmel. Ainsi, dans le creek « BC », à 800 mètres au Sud du creek

« BD », il n'existe plus que des affleurements de basaltes, de tufs andésitiques et de calcaires compacts. Les basaltes correspondent à l'épanchement fissural qui se prolonge dans le Sud jusqu'à la baie Barrier.

Rivière Wari (Côte est).

La rivière Wari entame profondément les formations volcaniques et, dans sa haute vallée, elle creuse la série compréhensive des calcaires jusqu'aux tufs andésitiques de Lonororo ; il n'y a pas de roches grenues (Pl. X, B').

Rivière La Creuse (Côte ouest).

Au Sud du village de Baravet et à l'emplacement de la Plantation Thévenin, la rivière La Creuse, sur la côte ouest, met à jour dans son cours moyen des roches grenues affleurant sous les entablements calcaires.

La plateforme littorale plus large a permis l'installation d'une plantation européenne. Elle est formée par des éboulis de pente et des alluvions terreuses et sableuses en terrasses à 3, 5 et 20 mètres de hauteur.

En remontant le cours de la rivière (fig. 21 A), la vallée est d'abord taillée dans les calcaires de Mélsisi, puis, après le passage d'une faille NNW-SSE, les gabbros et microgabbros affleurent sur les bords d'une assez grande cascade. Un peu plus en amont, la rivière entame le massif de péridotites en partie serpentinisées. Dans la haute vallée, la Creuse prend sa source dans les calcaires compacts de Mélsisi au passage d'une grande faille dirigée N-S au pied du Mont Thévenin (986 mètres), formé lui-même par les calcaires de la série compréhensive.

Rivière Olemba (Côte ouest).

Sur la côte occidentale, au Sud de la rivière La Creuse, la vallée de la rivière Olemba forme, à elle seule, le plus grand cirque de l'île de Pentecôte. Profitant des nombreuses fractures qui parcourent son bassin, elle a pénétré très profondément dans la chaîne axiale. Le cours inférieur est formé par la réunion de trois rivières importantes : la branche principale (fig. 21 B), la branche secondaire rive droite (fig. 21 C) et la branche secondaire rive gauche ou rivière Wamit.

Au bord de mer, une large plateforme littorale en gradins correspond aux anciennes alluvions. Elles contiennent des galets et des blocs arrondis de serpentines, péridotites, gabbros, microgabbros, andésites, tufs andésitiques et calcaires.

Plus haut, les alluvions cessent brusquement pour faire place aux microgabbros (PE-6) légèrement broyés le long d'une faille NNE-SSW. Ces microgabbros sont très durs, de couleur bleu vert, avec des lentilles plus mélanocrates. Parfois, il existe des passages de roches grenues avec des grands cristaux de feldspaths. A un moment, une faille N-S traverse le massif de microgabbros formant un sill que l'on retrouve dans la basse vallée de la rivière Truchy.

En amont, une faille N-S amène sur les deux rives les tufs andésitiques de Lonororo, de couleur grise ou brune, stratifiés avec un pendage de 30° vers l'Ouest. Ces tufs sont légèrement silicifiés. Une nouvelle fracture N-S amène sur les deux rives des andésites labradoriques (PE-20) ; la faille s'accompagne d'une brèche avec des argiles bleutées.

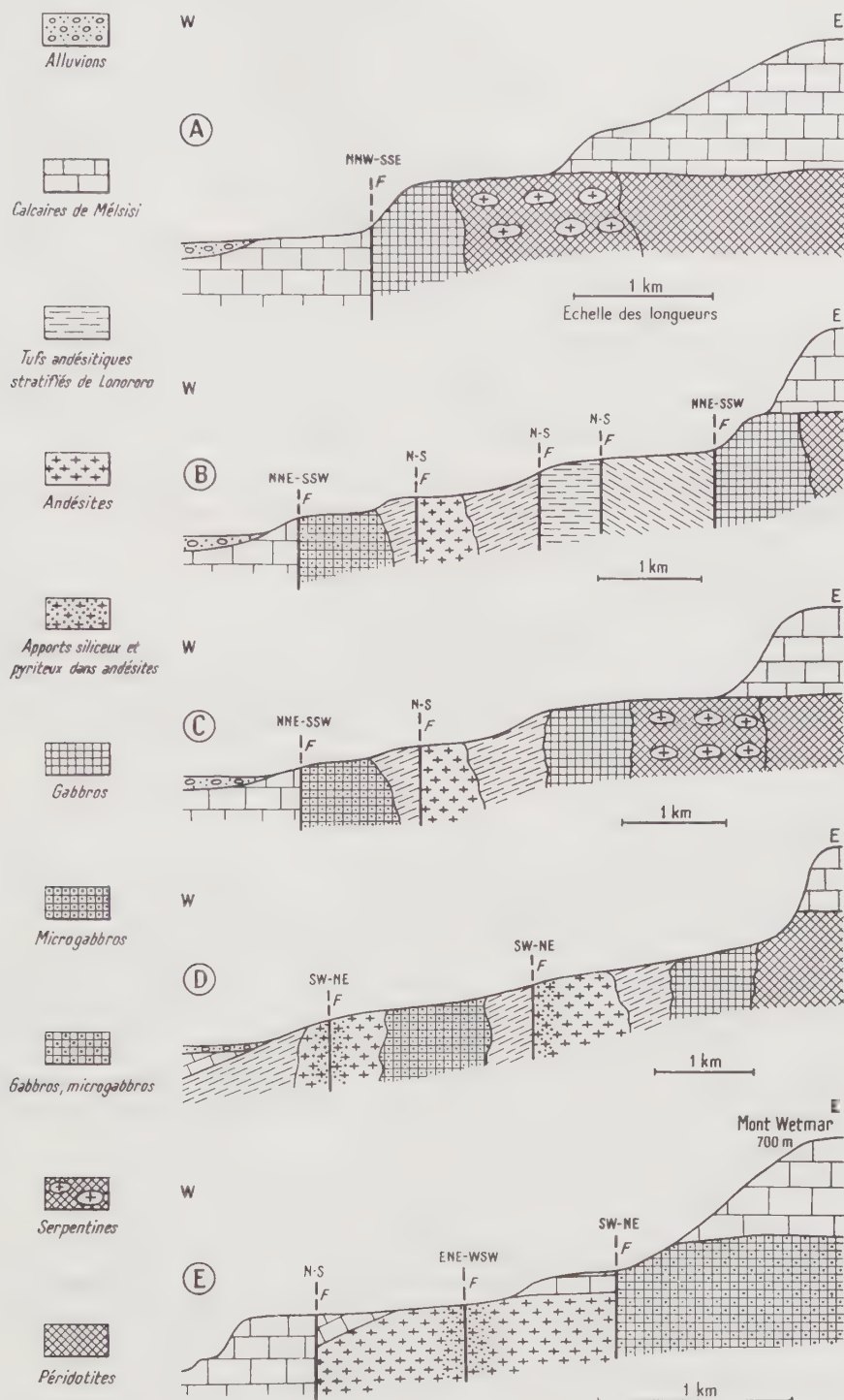


FIG. 21. — Coupes géologiques schématiques dans la région Olemba (Ile de Pentecôte, côté ouest de la Partie sud).

A : Rivière La Creuse. - B : Rivière Olemba (branche principale). - C : Rivière Olemba (branche secondaire rive droite). - D : Rivière Truchy. - E : Rivière Walo.

En amont du confluent avec la branche secondaire rive gauche appelée Wamit, les tufs andésitiques stratifiés et en partie silicifiés affleurent sur les deux rives ; ils ont des pendages variant, en remontant la rivière, de 30° W à 15° NE. Ces variations s'expliquent par le passage de petites failles N-S. Plus haut, les tufs deviennent horizontaux, puis ils pendent de nouveau vers le NE avec un angle de 15°, et ensuite vers le SE avec un angle de 30°. Ces affleurements de tufs andésitiques se terminent sur une très grande faille N-S qui amène des gabbros et des microgabbros. Au-dessus des roches grenues, il existe une grande épaisseur de calcaires compacts de Mélsisi appartenant à la série compréhensive probablement mio-pliocène et apparemment horizontale.

En remontant la branche secondaire rive droite (fig. 20 C), on pénètre très rapidement dans les roches grenues représentées par un grand massif de péridotites ici peu altérées ; c'est un des rares points où les péridotites ne sont pas entièrement transformées en serpentines et altérées en produits argiloïdes bleutés.

La branche secondaire rive gauche (ou rivière Wamit) coule, au voisinage du confluent, dans les tufs andésitiques avec quelques pointements d'andésites à hornblende et des brèches andésitiques grossières. Ces dernières sont parfois rubéfiées avec des traces d'oxydes de manganèse. Dans la partie moyenne de la vallée, la rivière entame profondément des roches grenues, gabbros (type PE-56, norite) et microgabbros qui, à un endroit, sont parcourus par des failles N-S et SW-NE. Ces failles sont à l'origine d'un apport de silice et de pyrite (S : 0,83 % et Fe : 11,14 % dans l'échantillon PE-53). Dans la haute vallée, il y a des affleurements de serpentines et de péridotites. En plusieurs points de la vallée, quelques blocs d'amphibolites (PE-11) traînent dans les alluvions. La rivière prend sa source dans la série compréhensive des calcaires compacts de Mélsisi.

Rivière Truchy (Côte ouest).

Un peu plus au Sud, la rivière Truchy n'est séparée du bassin de la rivière Olemba que par une ligne de crête recouverte en partie par des calcaires compacts de Mélsisi.

Cette rivière coule juste au Nord du Mont Wetmar et elle pénètre profondément la montagne (fig. 21 D). Au bord de mer, une plateforme littorale large et légèrement surélevée est formée par des alluvions de rivière avec des galets et des blocs roulés de serpentines, péridotites, gabbros, anorthosites, microgabbros, andésites à hornblende, tufs andésitiques et calcaires. On rencontre également quelques galets d'amphibolites (PE-11).

Un peu plus haut en remontant la vallée, toutes les roches grenues se retrouvent sous forme de galets dans les alluvions avec, en particulier, des roches altérées silicifiées et pyriteuses et des blocs de jaspes rouges. Sur la rive gauche, des calcaires compacts surmontent des tufs andésitiques de Lonororo légèrement broyés. L'ensemble a un léger pendage de 15° vers l'Ouest. Un peu en amont, affleurent des andésites à hornblende, puis des microgabbros (PE-6). Ces roches sont souvent profondément altérées avec une abondante imprégnation par de la pyrite et de la silice le long des fractures et des failles SW-NE marquées sur le terrain par des zones de broyage.

En amont des microgabbros, on rencontre des affleurements de tufs andésitiques avec un pendage de 20° vers l'Est ; puis une nouvelle faille NW-SE ramène les andésites anciennes ici profondément altérées. En remontant à partir de cette faille la succession des roches sur les parois de la vallée est la suivante :

- 50 mètres d'andésites de couleur bleutée avec des plages de pyrite ;
- 200 mètres d'andésites d'aspect fracturé avec de belles géodes de pyrite ; des zones bleues parcourues par des filonnets plus riches en pyrite alternent avec des zones plus sombres non minéralisées ;
- 150 mètres d'andésites légèrement imprégnées de pyrite ;
- 100 mètres de tufs andésitiques non pyriteux, mais profondément altérés ;
- 180 mètres de gabbros entièrement altérés et imprégnés de pyrite ;
- 300 mètres de gabbros broyés, altérés et imprégnés de silice et pyrite ;
- 300 mètres de gabbros sains, type PE-56.

Dans un des affluents de la rive droite qui débouche dans cette zone, un filon siliceux et pyriteux, dirigé NW-SE avec 10 mètres de large, traverse des andésites très altérées et parfois broyées. Plus haut, la vallée semble pénétrer profondément un massif de péridotites serpentinisées et de gabbros. Dans les alluvions, quelques blocs d'amphibolites (type PE-11) ont une origine inconnue.

La rivière prend sa source dans la série compréhensive des calcaires compacts (Miocène et Pliocène ?) qui recouvrent le massif de roches grenues sur une grande épaisseur.

Rivière Walo (Côte ouest).

En allant toujours plus au Sud sur la côte ouest, la rivière Walo draine le flanc ouest du Mont Wetmar (700 mètres). Cette montagne est formée par un soubassement en andésites altérées et en gabbros surmontés par une grande épaisseur de roches calcaires (fig. 21 E).

Au bord de mer, une plateforme littorale importante est formée par des anciennes alluvions surélevées de quelques mètres. Au-dessus de la plateforme, la rivière pénètre profondément dans les calcaires compacts de Mélsisi, ici stratifiés en bancs de 7 à 8 mètres d'épaisseur avec un pendage de 15° vers l'Ouest. En amont, une faille SW-NE amène des affleurements d'andésites à hornblende profondément altérées. Par endroits, ces roches sont traversées par des filonnets de jaspes rouges pyriteux. A un moment, sur les deux rives, des affleurements d'andésites altérées et broyées contiennent des fortes proportions de pyrite. Plus haut, après le passage d'une faille SW-NE, des gabbros (type PE-56, norites) affleurent sur les deux rives.

La haute vallée, au pied ouest du Mont Wetmar, traverse uniquement les calcaires compacts de Mélsisi qui dépassent ici 300 mètres d'épaisseur.

CONCLUSION A L'ETUDE DE LA ZONE NORD (fig. 22 A).

Les roches grenues apparaissent brusquement au Sud d'une grande fracture W-E marquée sur le terrain par la rivière Ringy sur la côte ouest et le creek « BK » sur la côte est. Elles s'étendent ensuite vers le Sud sur toute la largeur de l'île jusqu'à la rivière Olemba (côte ouest) et jusqu'au creek « BG » (côte est). Plus au Sud, elles ne forment plus qu'un massif long et étroit que l'on trouve au cœur de la chaîne axiale (haute vallée Olemba et Truchy, Mont Wetmar, etc...). Ces roches grenues sont constituées par une masse très importante de péridotites en partie serpentinisées. La serpentinisation est complète le long des grandes fractures E-W et N-S qui semblent limiter les affleurements. En allant vers le Sud, les gabbros avec les variétés à diallage et à amphibole, les norites et les microgabbros commencent à apparaître en bordure des péridotites (La Creuse, Olemba, creeks « BG » et « BD ») et ils prennent de plus en plus d'importance pour

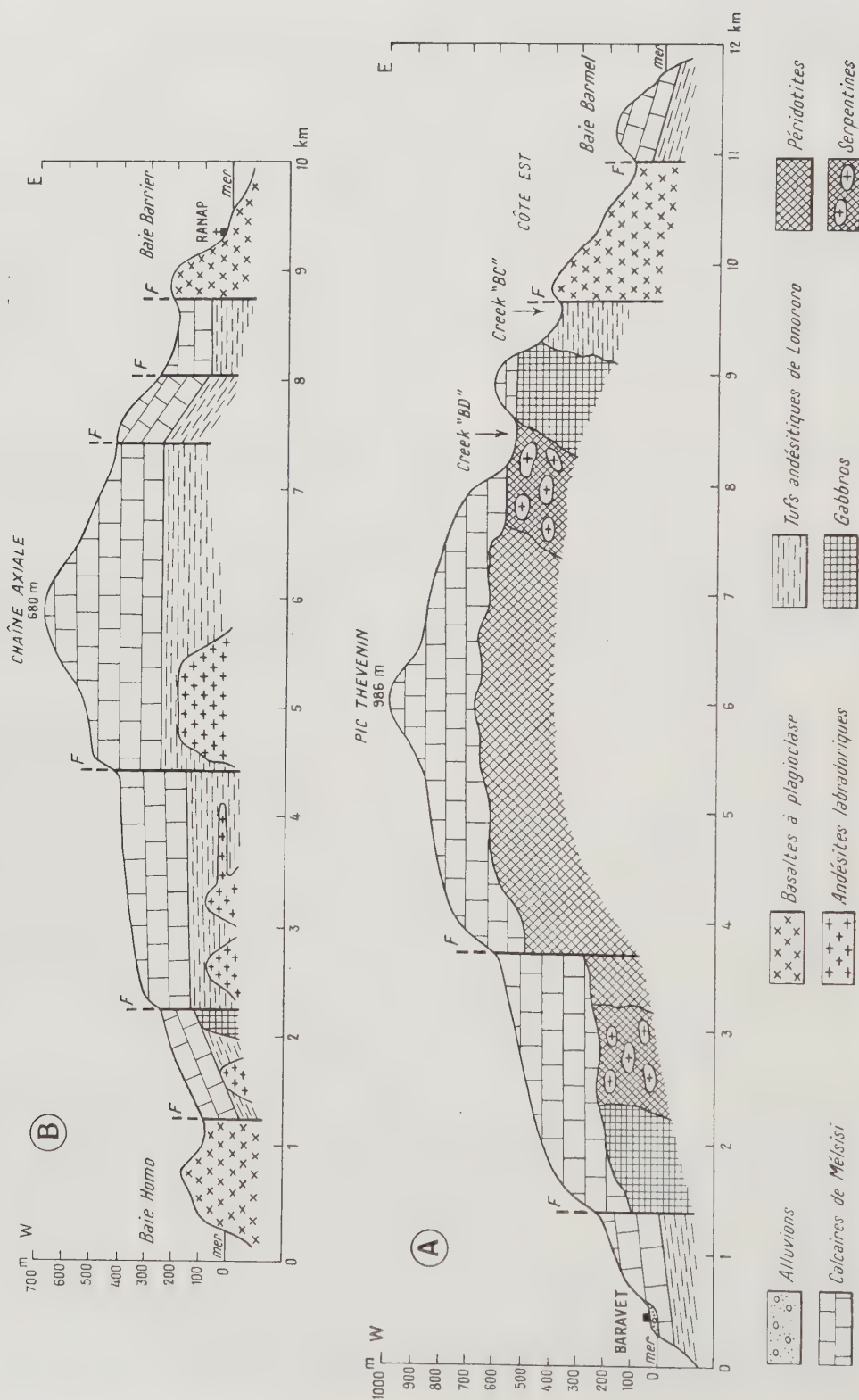


FIG. 22. — Coupes géologiques schématiques W-E de l'île de Pentecôte dans la Partie sud.

A : Coupe de Baravet à la Baie Barmel. - B : Coupe de la Baie Homo à la Baie Barrier.

avoir une assez grande extension au Mont Wetmar. En tous points, ces roches sont recouvertes directement par la série compréhensive des calcaires probablement mio-pliocènes. Là où il a été vu, le contact est franc, mais irrégulier. Sous les calcaires, les serpentines sont toujours altérées en produits argiloïdes bleutés. La cote de ce contact augmente en allant du Nord au Sud : dans la vallée du creek « BK », le contact affleure à la cote 350 ; dans la vallée du creek « BG » à la cote 400 et dans la vallée du creek « ED » à la cote 450. L'épaisseur du calcaire varie de 300 à 400 mètres.

La coupe représentée par la figure 22 A n'est pas rigoureusement W-E ; elle passe par le plus haut sommet de l'île, le Mont Thévenin (986 mètres). Elle illustre schématiquement la structure géologique de la zone nord de la partie sud de Pentecôte.

ZONE SUD

Dans cette zone, la montagne est encore très importante. Tous les sommets (cote 750 mètres au maximum) sont en roches calcaires et le soubassement apparaît au fond des grandes vallées.

REGION OCCIDENTALE.

Nord de la baie Homo.

Sur la côte ouest, la rivière Waoul pénètre profondément dans des massifs d'andésites et de gabbros (type PE-56) noyés dans les tufs andésitiques de Lonororo. Il en est de même pour la rivière Ranlimara.

Plus au Sud, la baie Homo s'ouvre entre deux pointes constituées par des basaltes (brèches, tufs et agglomérats) ; entre les deux, une grande plateforme littorale est formée par les alluvions des rivières Wamiel et Warbot.

Rivière Wamiel (fig. 23 A).

A son arrivée sur la plateforme littorale, la rivière pénètre dans les tufs andésitiques de Lonororo qui ont un pendage de 20° vers le Sud-Ouest.

En amont affleure un pointement d'andésites labradoriques ; le contact avec les tufs est légèrement broyé. Plus haut, au niveau des grandes cascades, il existe des affleurements de microgabbros passant par endroits à des gabbros. Le pointement de roches grenues est limité en amont par une faille SW-NE et l'on retrouve après des tufs andésitiques à peu près horizontaux.

Dans la haute vallée, on ne rencontre que des calcaires compacts de la série compréhensive sur une très grande épaisseur.

Rivière Warbot (fig. 23 B).

Cette rivière profite de failles grossièrement E-W pour entailler profondément la montagne.

Au bord de mer, une importante plateforme littorale, la plus grande de Pentecôte, est formée par des alluvions argilo-sableuses contenant des galets de laves et de calcaires. Il n'y a plus de roches grenues.

Plus haut, des tufs andésitiques de Lonororo affleurent sur la rive droite avec un pendage de 20° SW, tandis que sur la rive gauche se développe un important massif de basaltes à structure en « pillow-lavas ». En amont, sur la rive droite, les tufs andésiti-

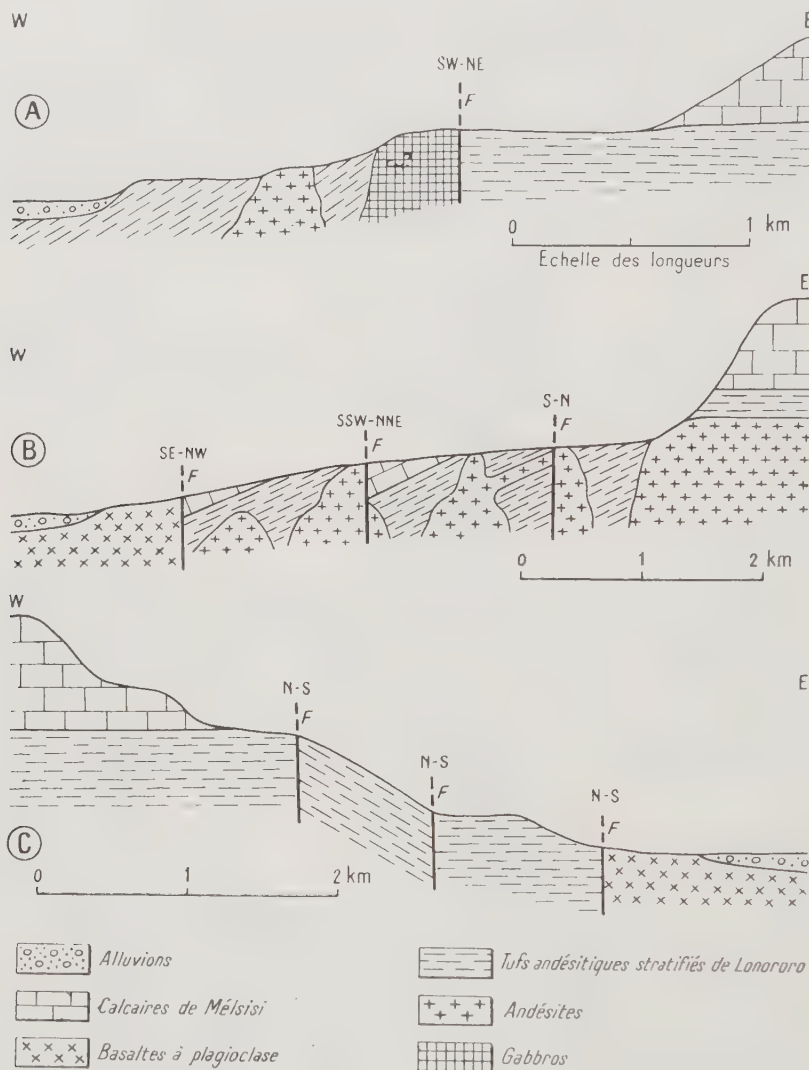


FIG. 23. — Coupes géologiques schématiques des régions Homo et Barrier (Ile de Pentecôte, côtés ouest et est de la Partie sud).

A : Rivière Wamiel (côte ouest). - B : Rivière Warbot (côte ouest). - C : Rivière Watchoum (côte est).

ques ont un pendage de 20° vers l'Ouest avec, sur la rive gauche, des andésites. Un peu plus haut, les calcaires compacts affleurent sur la rive droite et des andésites labradoriques pyriteuses sur la rive gauche. Il existe donc bien une faille E-W à l'origine de la vallée. Cette faille a relevé d'une centaine de mètres le compartiment sud.

En amont du confluent principal, la rivière pénètre la série des tufs andésitiques de Lonororo. En un point, une coulée d'andésite labradorique épaisse de 3 mètres est interstratifiée dans les tufs qui ont un pendage de 15° vers l'Ouest.

Dans la haute vallée, des grandes failles N-S ont provoqué le broyage des calcaires. Les tufs andésitiques sont redressés au contact et les pendages atteignent 40° vers l'Ouest. En amont de ces failles, la rivière pénètre un grand massif d'andésites labradoriques recouvertes par des tufs et par une très grande épaisseur de calcaires compacts de la série compréhensive probablement mio-pliocène (?).

Zone côtière entre les rivières Warbot et Sarop.

Toujours sur la côte ouest, au Sud de la rivière Warbot, les formations volcaniques basaltiques ne dépassent pas la pointe Fanmaramara au Sud du village de Ramboutor. Ensuite, les calcaires compacts de Mélsisi allant jusqu'à la Pointe du Diable forment le bord ouest de la Baie Martelli, qui correspond à un petit fossé d'effondrement entre deux failles N-S (failles vues dans la rivière Warbot). La rivière Sarop coule au niveau du contact entre les tufs andésitiques et les calcaires.

REGION ORIENTALE.

Nord de la baie Barrier.

Sur la côte est il n'y a plus de roches grenues ; les rivières Selawak et Santé entaillent l'épanchement fissural de basaltes qui se prolonge jusqu'à la baie Barrier avec un allongement N-S. Cette montée volcanique s'est faite à travers les tufs andésitiques de Lonororo recouverts par les calcaires compacts de Mélsisi. Le long de la côte, de la rivière Wari à la baie Barrier, il existe de beaux affleurements de cet ensemble concordant : tufs andésitiques-calcaires. Ce dernier a été découpé en compartiments par des failles N-S et SW-NE. Certains des panneaux ont basculé et les pendages de 50 et même 70° vers le SE ne sont pas rares (village Ponbibil).

Baie Barrier.

Sur la côte est, la baie Barrier a une structure originale ; il semble y avoir en ce point les traces des dernières manifestations volcaniques de l'île (probablement au Pliocène). La pointe au Nord de la baie est en effet constituée par une avancée de brèches et de tufs basaltiques dans lesquels il y a de nombreux morceaux de calcaires. En arrière, vers la montagne, les tufs andésitiques de Lonororo horizontaux affleurent plaqués contre l'épanchement fissural basaltique. Celui-ci se termine brusquement au Sud de la baie Barrier (rivière du Gul). Les rivières Watchoum et du Gul débouchent au fond de la baie envahie par les récifs coralliens actuels qui sont à l'origine de la plage de sable blanc.

Rivière Watchoum (fig. 23 C).

La rivière prend sa source dans les calcaires compacts de la série compréhensive probablement mio-pliocène, au pied de la chaîne axiale. Elle pénètre ensuite dans les tufs andésitiques de Lonororo probablement anté-miocènes, ici horizontaux. Après une brèche de faille importante dirigée N-S, la rivière descend sur les strates des tufs andésitiques inclinés à 30° vers l'Est. Une nouvelle faille N-S ramène les tufs andésitiques à l'horizontale. Dans la basse vallée, elle pénètre dans les formations volcaniques de l'épanchement fissural basaltique (brèches et agglomérats basaltiques).

Rivière Soré à Pointe de la Chouette.

Plus au Sud, la rivière Soré coule uniquement dans les calcaires compacts de la série compréhensive. Les tufs andésitiques de Lonororo ne sont visibles que dans les rivières Watabit et Saltass. La stratification est horizontale. Les falaises de la côte de Saltass à la Pointe de la Chouette ne sont formées que par des roches calcaires de la série compréhensive probablement mio-pliocène.

CONCLUSION A L'ETUDE DE LA ZONE SUD.

La coupe géologique (fig. 22 B) illustre la structure de la zone sud. Les roches grenues ne sont représentées que par un pointement de gabbros qui fait probablement suite à ceux observés dans les rivières Waoul et Ranlimara, plus au Nord. Le soubassement est formé par des tufs andésitiques de Lonororo stratifiés et parsemés de pointements d'andésites labradoriques. Il existe au moins une coulée interstratifiée. Au-dessus, la couverture calcaire de la série compréhensive, probablement mio-pliocène, dépasse 400 mètres d'épaisseur. Des venues basaltiques (Pliocène ?) importantes sont montées dans les failles bordant le horst à la limite des terres actuellement émergées. La montée du horst s'est faite le long de failles N-S et il y a eu quelquefois des basculements de compartiments compris entre deux failles parallèles.

STRATIGRAPHIE

Dans ce chapitre, j'étudierai d'abord la succession stratigraphique des roches sédimentaires reconnues sur le terrain, puis la répartition chronologique des venues éruptives (fig. 24).

SUCCESION STRATIGRAPHIQUE DES ROCHES SÉDIMENTAIRES

Formations actuelles.

— *Alluvions des bords de mer*, comprenant des sables noirs, des sables gris, des sables blancs calcaires, des graviers, des galets et des blocs roulés de roches très variées ;

— *Alluvions des rivières*, comprenant des galets, des graviers, des sables gris et des blocs roulés ;

— *Formations coralliennes*, correspondant aux récifs frangeants actuellement en croissance.

PLANCHE IX

Photographie aérienne du Plateau situé en arrière de Mélsisi (Ile de Pentecôte) (Echelle : 1/30 000°).

Le tracé des failles N-S recoupant le plateau apparaît nettement. Le relief, très accidenté, est de style moutonneux avec des vallées encaissées et profondes. Sur la gauche, la rivière de Mélsisi, avec ses deux branches, suit le tracé des failles N-S et NW-SE.



CLICHÉ U. S. AIR FORCE

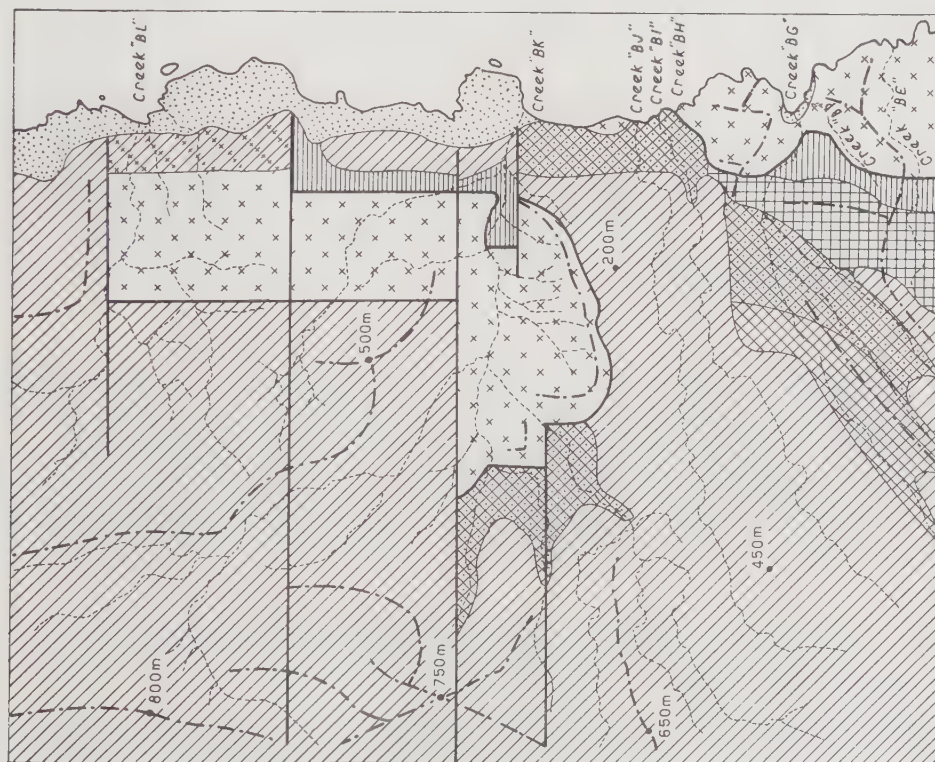


B

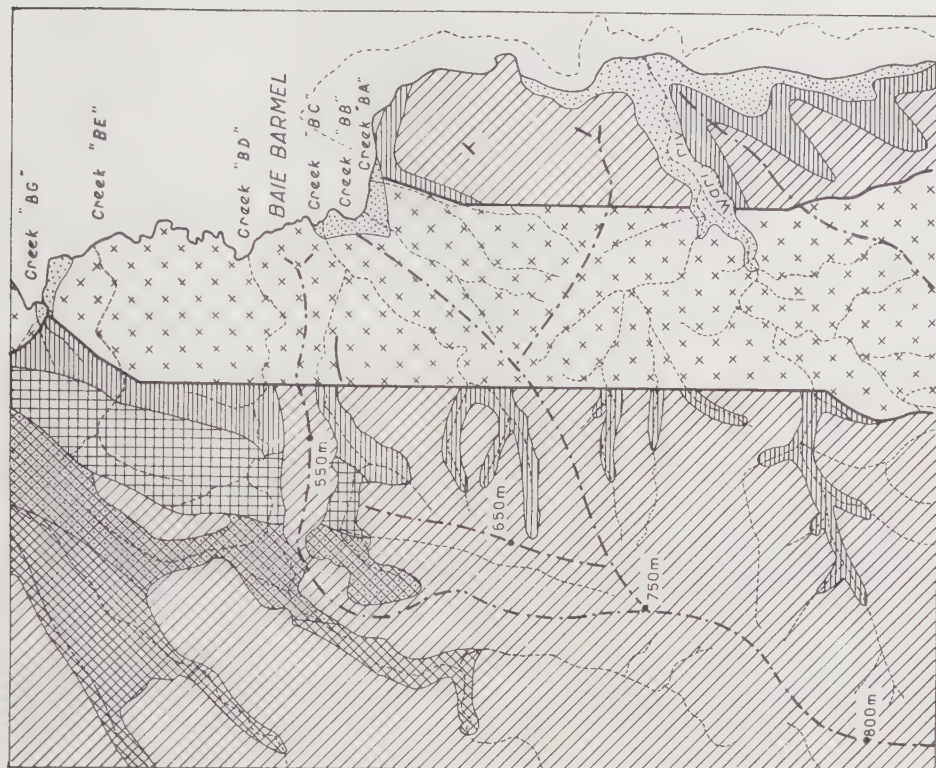


A

CLICHÉS U. S. AIR FORCE



A'



B'



PL. X. — Photographies aériennes et cartes géologiques correspondantes de la région de Barmes (Ile de Pentecôte).
 1. — Alluvions, plateforme littorale. — 2. — Calcaires (Tertiaire et Quaternaire ?) — 3. — Tufs andésitiques de Lonororo (Anté-miocène ?)
 — 4. — Tufs basaltiques (Pliocène ?) — 5. — Basaltes (Pliocène ?) — 6. — Gabros. — 7. — Péridotites. — 8. Serpentes

Formations subactuelles (Quaternaire).

— *Alluvions anciennes des rivières* en terrasses surélevées à 3, 5 et 20 mètres au-dessus des alluvions actuelles ;

— *Terre d'altération* des calcaires ;

— *Calcaires coralliens*, correspondant aux récifs frangeants surélevés entre 0 et 5 mètres et formant le soubassement des plateformes littorales de la côte est.

Calcaires récifaux de Loltong (Pliocène probable).

Ce sont des calcaires récifaux surélevés ; parfois stratifiés, ils ont une épaisseur variable difficile à évaluer par suite de leur concordance avec les calcaires compacts de Mélsisi.

Calcaires compacts de Mélsisi (Miocène probable).

— *Tuffeaux calcaires de Baravet*. — Dans la partie supérieure des calcaires compacts de Mélsisi, on a des dépôts interstratifiés de tuffeaux calcaires riches en Foraminifères, plus particulièrement dans la vallée de la rivière Baravet ;

— *Calcaires compacts à Foraminifères de Mélsisi*. — Blancs et massifs, ils sont dépourvus presque totalement de macrofossiles. Ils ont parfois une stratification apparente en bancs de 7 à 8 mètres de hauteur. La formation peut dépasser 500 mètres d'épaisseur et elle est toujours en concordance avec les tufs andésitiques plus anciens et en discordance avec les roches grenues.

Tufs andésitiques de Lonororo (Anté-Miocène probable).

Ces tufs andésitiques, stratifiés en bancs minces, d'origine volcano-sédimentaire, sont parfois marneux ou marno-calcaires et contiennent en particulier des Globigérinidés noyés dans un matériel volcanique fin comprenant des poussières, des débris de verre et des minéraux avec entre autres des feldspaths, des pyroxènes et des amphiboles. Leur épaisseur est très variable ; ils ont été observés sur plus de 150 mètres de hauteur en de nombreux points et plus particulièrement dans la vallée de la rivière Olemba en arrière de la baie de Lonororo.

ADDENDA.

Dans la totalité des affleurements de la partie nord de l'île, la série sédimentaire calcaire est compréhensive jusqu'à la période actuelle. Il n'y a pas d'affleurement de tufs andésitiques et les entablements calcaires dépassent 600 mètres d'épaisseur.

Dans la chaîne axiale de la partie sud, la série sédimentaire calcaire est compréhensive et repose en concordance sur les tufs andésitiques. Ces calcaires ne dépassent pas 450 mètres d'épaisseur.

RÉPARTITION CHRONOLOGIQUE DES VENUES ÉRUPTIVES**Formation volcanique basaltique.**

Cette série très complexe comprend des tufs massifs jaunes, des agglomérats, des brèches, des masses de laves à structure en oreillers (« pillow-lavas ») correspondant à

des épanchements fissuraux et de puissantes coulées se débitant parfois en prismes hexagonaux, souvent gauchis. Les laves, des basaltes à plagioclases montés par des grandes fractures N-S et E-W, recoupent les tufs andésitiques de Lonororo, les roches grenues et les calcaires de Mélsisi. Dans la vallée de la rivière Lévalékao, ils recouvrent même ces derniers au niveau des calcaires récifaux de Lollong correspondant à la partie supérieure de la série calcaire compréhensive, probablement mio-pliocène.

Cette formation volcanique basaltique doit très probablement être attribuée au Pliocène et correspondre à la grande activité volcanique du Tertiaire supérieur qui a affecté la plupart des grandes îles de l'Archipel des Nouvelles-Hébrides, entre autres Vaté, Epi, Santo et Mallicolo (D. Mawson et E. Aubert de la Rüe).

Formations volcaniques andésitiques.

Dans cette série, je comprends les roches volcaniques anciennes. D'après leur structure, il y a lieu de distinguer :

— *Les andésites à hornblende.* — Ces roches sont certainement les plus anciennes ; elles forment un grand dyke entouré de brèches et d'agglomérats au droit du Mont Wetmar. Les contacts avec les tufs andésitiques de Lonororo sont généralement faillés. Elles sont altérées et très affectées par des venues siliceuses et pyriteuses, qui sont à rapporter probablement au Pliocène. Certaines de ces venues ont, en effet, affecté des basaltes à structure en oreillers au Nord de Barmel (échantillon PE-19 avec 40,92 % de soufre et 41,74 % de fer).

— *Les andésites labradoriques.* — Avec des coulées des brèches et des dykes. les andésites labradoriques sont synchrones des tufs andésitiques de Lonororo et on les rencontre sur le terrain au cœur de ces derniers où elles peuvent former des coulées interstratifiées (Rivière Warbot).

Formation des roches grenues.

En ce qui concerne l'âge des roches grenues, il existe un problème géologique qui n'est pas résolu pour le moment. En effet, les renseignements recueillis sur le terrain sont insuffisants pour permettre de dater exactement cette venue éruptive très importante.

En résumé, la formation se compose de roches ultrabasiques avec les péridotites et les serpentines et de roches basiques avec les gabbros qui se rencontrent autour et au Sud de la masse des péridotites et des serpentines (fig. 22).

Sur la figure 24, les deux hypothèses concernant l'âge de cette venue éruptive ont été représentées simultanément. La première considère les roches grenues comme faisant partie d'un socle ancien probablement anté-miocène et la deuxième place l'intrusion des roches grenues vers le milieu de la deuxième période (probablement Miocène moyen). Les faits géologiques en faveur de l'une ou l'autre de ces deux hypothèses font l'objet d'une revue rapide dans les paragraphes suivants.

— Première hypothèse.

Les roches grenues forment une masse homogène prise sous les calcaires et entourée par des tufs andésitiques généralement horizontaux.

Le massif des roches grenues est souvent bordé par des failles importantes et les péridotites sont serpentinisées au niveau de ces failles.

E. Aubert de la Rüe (1956, p. 68) considère les roches grenues de Pentecôte comme faisant partie d'un socle cristallin ancien comprenant les roches les plus anciennes de l'Archipel des Nouvelles-Hébrides. « A la cote 380 mètres sur le flanc ouest du Mont Wetmar, ce substratum cristallin est, semble-t-il, recouvert par des grès et conglomérats à éléments serpentineux (rencontrés seulement à l'état remanié) avec au-dessus des formations volcaniques surmontées par une puissante série de calcaires compacts ».

On ne connaît pas de roches métamorphiques à l'exception des quelques blocs d'amphibolites vus dans les alluvions de certaines rivières.

On ne connaît pas non plus de roches de contact, ni dans les calcaires, ni dans les tufs andésitiques.

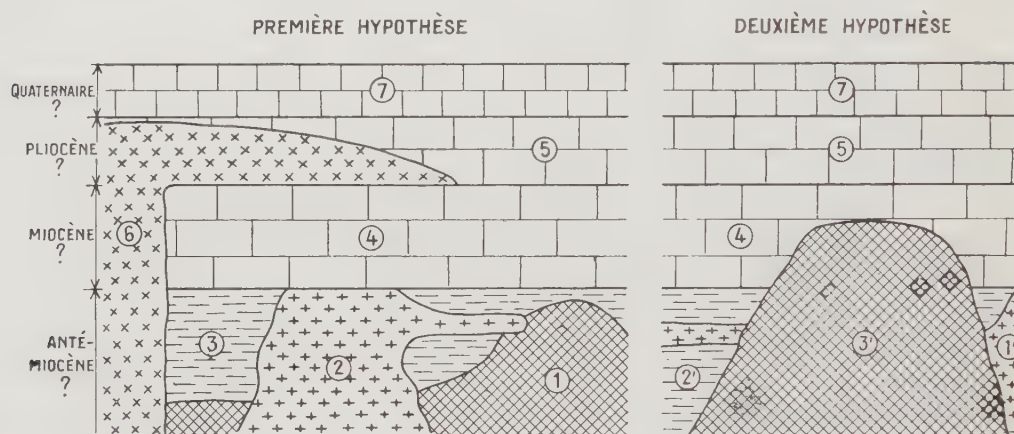


FIG. 24. — Ebauche de la succession stratigraphique et répartition chronologique des venues éruptives de l'île de Pentecôte.

- | | |
|---|---|
| 1. - Péridotites et Gabbros. | 1'. - Andésites anciennes. |
| 2. - Andésites à hornblende et Andésites labradoriques. | 2'. - Tufs andésitiques stratifiés de Lonororo. |
| 3. - Tufs andésitiques stratifiés de Lonororo. | 3'. - Péridotites et Gabbros. |
| 4. - Calcaires de Mélsisi. | 5. - Calcaires récifaux de Loltong. |
| 6. - Basaltes à plagioclases. | 7. - Calcaires coralliens subactuels. |

— Deuxième hypothèse.

L'épaisseur des calcaires au-dessus des roches grenues (400 mètres au maximum) est nettement plus faible que dans la partie nord (600 mètres) où il n'y a pas d'affleurement de tufs andésitiques.

Au Sud de la faille W-E correspondant à la rivière Ringy et au creek « BK », les serpentines sont directement en contact avec les calcaires et il n'y a pas de conglomérats de base.

Autour du massif de roches grenues, les tufs andésitiques et les calcaires sont concordants.

La masse des péridotites n'a une auréole de gabbros et de microgabbros qu'au voisinage des affleurements de tufs andésitiques.

D'après les critères de terrain, la deuxième hypothèse semble la plus proche de la réalité ; mais il sera, malgré tout, nécessaire d'effectuer de nouvelles reconnaissances de détail pour résoudre définitivement ce problème géologique.

ADDENDUM.

Des géologues australiens de l'Université de Sydney (1957, p. 279) ont eu à résoudre le même problème dans une île du groupe des Salomon. En effet, l'île Santa Isabel, située par 8° de latitude Sud et 159° de longitude Est de Greenwich, à environ 1.300 kilomètres au NW de Pentecôte, comporte les roches suivantes :

- des roches métamorphiques : amphibolites feldspathiques ;
- des roches ultrabasiques : harzburgites, dunités et serpentines ;
- des roches basiques : gabbros et anorthosites (ces gabbros seraient par endroits atteints par un métamorphisme) ;
- des roches volcaniques : basaltes à structure en « pillow-lavas » ;
- des tufs andésitiques concordants avec une série calcaire à Foraminifères attrouée, tout au moins pour la partie supérieure, au Miocène supérieur et au Pliocène inférieur ;
- et des calcaires récifaux attribués, d'après les critères de terrain, au Pliocène supérieur.

D'après ces géologues, il y aurait trois hypothèses pour expliquer la mise en place de ces roches éruptives.

1° Les serpentines sont plus anciennes que les laves et les formations sédimentaires tertiaires. Les plus anciennes formations sédimentaires, maintenant représentées par les roches métamorphiques, ont été injectées par les roches ultrabasiques et associées (gabbros et dolérites) dans une période correspondant à l'Anté-Tertiaire ou au début du Tertiaire. Ces roches anciennes auraient ensuite été érodées et recouvertes par les sédiments et les laves de la fin du Tertiaire ;

2° Les roches ultrabasiques sont plus jeunes que les laves et les formations sédimentaires de la fin du Tertiaire. Mais, pendant leur intrusion, elles auraient entraîné de la profondeur des blocs de roches métamorphiques des soubassements ;

3° Ces roches cristallines sont simplement l'équivalent métamorphique des sédiments de la fin du Tertiaire injectés par une importante venue de roches ultrabasiques (serpentines) suivie probablement d'une forte activité hydrothermale.

TECTONIQUE

Dans l'île de Pentecôte, il n'existe pas de tectonique plastique, pas de glissement, pas de plissement important. Uniquement une tectonique cassante avec de nombreuses fractures verticales amène parfois des effondrements, des exhaussements et même des basculements de secteurs entiers. En fait, l'île correspond à un horst d'exhaussement limité par des failles N-S.

Comme pour l'étude régionale, il faut considérer deux parties essentielles : les parties nord et sud limitées à la rivière Lévalékao et au creek « BL ».

La partie nord. — Elle est monotone avec seulement de grandes fractures N-S (Pl. IX), à l'origine des contours actuels de la côte. Du côté est, ces fractures ont entraîné la

formation de gradins qui descendent progressivement de l'arête dorsale. Les entablements calcaires ont une légère pente vers le Nord produite par un basculement de l'ensemble le long des failles E-W des rivières Lévalékao et Ringy.

La partie sud. — Elle est beaucoup plus complexe. Les failles N-S limitant la horst d'exhaussement (terre émergée) (fig. 22) ont sans doute permis la montée des basaltes. Elle est en plus recoupée par de nombreuses failles de directions E-W, SW-NE et NW-SE, à l'origine du tracé des côtes et des grandes vallées.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE

Première période : *ANTÉ-MIOCÈNE PROBABLE*

Un volcan andésitique important s'est mis en place au droit du Mont Wetmar et de puissantes émissions de matériaux pyroclastiques ont amené l'accumulation sur de grandes épaisseurs de brèches, agglomérats et tufs massifs andésitiques.

Vers la fin de cette période, une subsidence intervient. Les matériaux pyroclastiques sont repris par la transgression marine, entraînés et déposés dans les bassins de sédimentation sous la forme des tufs andésitiques stratifiés de Lonororo. Cette sédimentation à faciès détritiques a été accompagnée par des épanchements et des intrusions d'andésites labradoriques.

Deuxième période : *MIOCÈNE PROBABLE*

La deuxième période a été à Pentecôte une période de sédimentation marine. La subsidence se poursuit et un changement de faciès apparaît dans la sédimentation : de détritique, elle devient calcaire. Une puissante formation de calcaires compacts à Foraminifères (calcaires de Mélsisi) se dépose en concordance au-dessus des tufs andésitiques de Lonororo.

Vers le milieu de cette période, probablement vers la fin du Miocène moyen, la subsidence a cessé et des roches grenues sont venues injecter les formations volcaniques et volcano-sédimentaires situées en-dessous des calcaires de Mélsisi, qui peuvent dépasser 500 mètres d'épaisseur. Le contre-coup de cette intrusion a été un exhaussement généralisé avec le partage de l'île en deux par des failles E-W. A partir de cette date, les deux parties n'auront plus la même histoire géologique.

A la fin de la période, probablement au Miocène supérieur, la sédimentation calcaire se poursuit avec parfois des dépôts de calcaires tufacés.

Troisième période : *PLIOCÈNE PROBABLE*

Au début, l'exhaussement continue lentement. Dans la partie sud, le horst commence à prendre forme sous la mer et l'ensemble remonte suffisamment près de la surface pour qu'il y ait formation de calcaires récifaux, les calcaires de Lolong.

Au milieu de la période, probablement au Pliocène moyen, une phase volcanique active, généralement sous-marine, marque la fin de l'exhaussement généralisé. Dans la partie sud, de puissants épanchement basaltiques empruntent les failles N-S limitant le horst (baie Barmel, Barrier et Homo) et les failles E-W séparant les deux parties de l'île (rivière Lévalékao et creek « BL », rivière Ringy et creek « BK »).

Vers la fin, probablement au Pliocène supérieur, une légère subsidence affecte Pentecôte et les calcaires récifaux et coralliens continuent à se déposer. Des venues basaltiques tardives se manifestent dans le Sud, à la baie Barrier sur la côte est et à la baie Homo sur la côte ouest. Elles sont accompagnées par des cassures de direction SW-NE et NW-SE, qui sont à l'origine de l'apport en silice et pyrite dans les andésites anciennes du Mont Wetmar.

Dernière période : *QUATERNAIRE*

Après un arrêt de la subsidence de la fin du Tertiaire, l'exhaussement reprend le long du horst limité par des failles N-S. L'île prend sa configuration actuelle et des récifs frangeants coralliens se développent le long des côtes. L'érosion démantèle rapidement les massifs montagneux de la partie sud ; très fracturés, ils sont profondément entaillés par les rivières à caractère torrentiel.

Le long des falaises bordant les plateaux calcaires de la partie nord, il n'existe pas de niveau marquant les diverses phases de l'exhaussement. Il en est de même dans la partie sud ; mais, dans certaines vallées importantes, des terrasses d'alluvions anciennes se situent à 3, 5 et 20 mètres au-dessus du niveau des alluvions actuelles (rivière Olemba).

Le dernier mouvement de Pentecôte a été un léger soulèvement de la partie nord le long de la côte est où un ancien récif corallien frangeant surélevé à 2 mètres de hauteur forme le soubassement de la plateforme littorale en partie recouverte par des éboulis de pente et des alluvions.

QUATRIÈME PARTIE

ILE DE MAÉWO

GÉNÉRALITÉS

GEOGRAPHIE PHYSIQUE

L'île de Maéwo (Pl. C) est située par $15^{\circ} 13' 3''$ de latitude Sud et $108^{\circ} 8' 36''$ de longitude Est de Greenwich (point situé à l'emplacement du village de Narovorovo). Elle couvre une surface de 280 kilomètres carrés. Très allongée du Nord au Sud, elle a une longueur de 51 kilomètres avec une largeur moyenne de 5 kilomètres : 4 kilomètres au point le plus étroit et 7 au plus large.

Malgré la faible largeur, le *relief* est accentué. Deux parties essentielles, bien différentes, se remarquent en parcourant l'île du Nord au Sud ;

— La partie nord, allant de la Pointe Nord à la rivière de Narovorovo, comporte :

1° un grand plateau bordé de falaises entre la Pointe Nord et le village de Navinféné. La cote de ce plateau et la hauteur des falaises qui le limitent augmentent lentement en allant vers le Sud : en effet, elles partent de 150 mètres au Nord pour arriver à 450 mètres au droit de Navinféné ;

2° une zone montagneuse culminant autour de 950 mètres entre les villages de Navinféné et Narovorovo (côte ouest).

— La partie sud, allant de la rivière de Narovorovo à la Pointe Sud au niveau du village de Fanpateï, comporte :

1° une zone basse culminant autour de 300 mètres et formant une dépression centrale, ou un col, juste au milieu de l'île dans son allongement N-S. Le relief de cette zone est très découpé à cause de la nature du sous-sol (calcaires) ;

2° une zone extrêmement montagneuse allant de la rivière Nasawa à la Pointe Sud. Les lignes de crête très découpées culminent aux environs de 1.000 mètres et elles n'ont pas de directions bien définies. Seul un ensemble de montagnes impressionnantes

sort brusquement de la mer et monte très rapidement vers le ciel. A peu près à la cote 700 mètres, des entablements calcaires forment des plateaux étendus dans l'extrême Sud. Dans cette zone, il n'existe pas de grande coupure ou de vallée importante permettant une pénétration facile vers les hauts sommets.

Les *rivières* sont courtes : elles coulent de l'Est à l'Ouest sur la côte ouest et de l'Ouest à l'Est sur la côte est ; une exception doit être faite pour la rivière de Lakaréré : elle coule du Sud vers le Nord en drainant le plateau entre la montagne de Navinféné et le village de Lakaréré avec plus de 20 kilomètres de longueur. Au Nord du village de Laoné, elle descend sur le bord de la mer par une magnifique cascade en gradins ayant plus de 70 mètres de hauteur, cascade bien visible du large et servant de point de repère aux navigateurs.

Dans la partie nord, en dehors de la rivière de Lakaréré, il n'existe que des petits creeks souvent sans eau pendant les périodes sèches. Faute d'habitants bien renseignés, les creeks ont été dénommés par des lettres de l'alphabet.

Dans la partie sud, la rivière de Narovorovo prend sa source tout près de la côte est et elle draine une bonne part de la dépression centrale de l'île. Ailleurs, la montagne est parcourue par de très nombreux torrents aux profils très accidentés. Comme dans la partie nord et pour les mêmes raisons les creeks ont été dénommés à l'aide des lettres de l'alphabet.

Le *climat* de Maéwo est celui de tout l'archipel : chaud, humide et pluvieux. Les pluies sont importantes dans la partie sud (3 mètres et plus de hauteur de précipitation) et moindres dans la partie nord (2 mètres environ). A cause de ses petites dimensions, l'île est très ventée pendant la période des alizés. Avec l'abondance des pluies, une *végétation* épaisse recouvre toutes les surfaces ; il n'existe pas de forêt primaire, mais une brousse secondaire de remplacement très épaisse et essentiellement formée de « Bouraos » et de lianes.

Les *côtes* sont partout inhospitalières : pas de mouillage permanent, mais seulement des abris peu sûrs sur la côte ouest pendant la période des alizés (vents du Sud-Est).

La côte est, exposée aux vents dominants et face au grand large, est constamment battue par la mer et il est très difficile de débarquer. Par temps calme, il est possible de prendre pied au village de Cinémak.

En temps normal, la mer est toujours très agitée du côté est et elle est très dure pour les petits bateaux, plus particulièrement dans le détroit de Patterson entre Pente-côte et Maéwo et au delà de la Pointe Nord.

GEOGRAPHIE HUMAINE ET ECONOMIQUE

La *population* de Maéwo est réduite. A l'heure actuelle, il ne reste plus que 6 à 800 habitants dans un état sanitaire déplorable. Les autochtones ont tendance à venir au bord de la mer sur la côte ouest ; mais quelques villages sont installés sur les hauts plateaux en arrière de Bétarara et un sur la côte est.

Dans la partie sud très montagneuse, seuls subsistent quatre villages installés au bord de mer sur la côte ouest : Fanpatéï, Nagoro, Nasawa et Narovorovo. A cause du relief, il est difficile d'y trouver des terrains de culture.

Dans la partie nord, plus monotone et plus facilement cultivable, il reste encore une vingtaine de villages avec en particulier au bord de mer : Navinféné, Bétarara et Laoné. La plateforme littorale assez large a permis l'installation des plantations de cocotiers.

Le grand plateau de Lakaréré n'est plus habité. Le village de Tanérik est en voie de disparition malgré les grandes surfaces plates qui ont permis autrefois un grand développement des cultures vivrières autochtones.

Toute la population est plus ou moins sous la dépendance des missions chrétiennes anglicanes (Centre administratif de Lolowaï sur Aoba) et presbytériennes (Centre administratif à Pentecôte). A Maéwo, on ne trouve pas d'européens et pour des raisons d'espace vital des habitants du Nord de Pentecôte viennent progressivement s'installer au bord de mer et cultiver les terres laissées à l'abandon par le dépeuplement chronique.

Dans cette île, pas de *route*, pas de piste carrossable, pas de véhicule et même pas de chevaux ; il n'existe des pistes piétons que là où vivent encore des habitants, autour des villages par exemple. Les déplacements se font presque uniquement par mer avec des petites embarcations : pirogues à balancier et « lannis », et pour pénétrer dans la montagne, il est nécessaire d'utiliser une équipe de travailleur afin de débrousser la piste.

Comme dans les autres îles, les *ressources* ne sont constituées que par la production d'un peu de coprah. Quelques planteurs néo-hébridais ont installé, sans y résider, des cocoteraies sur la plateforme littorale de la côte ouest, dans la partie nord seulement.

DIVISIONS REGIONALES

Pour Maéwo, il existe une carte marine très imprécise : elle donne le contour des côtes mais pas le modelé du relief. Pour permettre le travail géologique, j'ai réalisé avec l'aide du Service topographique du Condominium un fond hydrographique au 1/30.000^e extrait des photographies aériennes américaines. Pour les besoins de ce mémoire, cette carte a été réduite au 1/200.000^e (Pl. C). Dans beaucoup de secteurs de l'île, il a fallu, faute de renseignements, nommer les torrents et les creeks par des groupes de lettres.

Pour faciliter le travail géologique, l'île a été divisée en régions, elles-mêmes divisées en secteurs.

— Région nord.

Cette région va de la Pointe Nord au pied nord de la montagne de Navinféné ; elle comprend les secteurs :

— *Matuhulata* allant, du Nord au Sud, de la Pointe Nord au creek « EG » sur la côte ouest et « ER » sur la côte est ;

— *Lakaréré* avec les bassins moyens et inférieurs de la rivière Lakaréré ;

— *Bétarara* avec le haut bassin de la rivière Lakaréré.

— Région centrale.

Cette région comprend la montagne de Navinféné, entre Navinféné et Narovorovo, la dépression centrale de l'île et le plateau au Sud de la rivière de Nasawa avec les secteurs suivants :

— *Navinféné* : avec la montagne du même nom et les bassins des rivières et des creeks Navinféné, « DL », « DK » et Salouhé (sur la côte ouest) et des creeks « FJ » et « FM » (sur la côte est).

— *Narovorovo* : avec les bassins des rivières de Talisé et de Narovorovo ;

— *Nasawa* : avec les bassins de la rivière Nasawa sur la côte ouest et du creek « FR » sur la côte est.

— Région sud.

Cette région comprend la partie la plus montagneuse de l'île et elle va du plateau de Nasawa à la Pointe Sud (Fanpatéï) avec les secteurs suivants :

— *Nagoro* : allant du creek « DB » au Nord au creek « CV » au Sud, le long de la côte ouest, et du creek « FS » au Nord du creek « BY » au Sud, le long de la côte est ;

— *Douteux* : allant, le long de la côte ouest, du creek « CU » au Nord au creek « CQ » au Sud, et, le long de la côte est, du creek « BX » au Nord à la baie Douteuse au Sud ;

— *Profond* : allant, le long de la côte ouest, du creek « SP » au Nord au creek « CI » au Sud, et, le long de la côte est, de la baie Profonde au Nord au creek « BP » au Sud ;

— *Fanpatéï* : comprenant toute la Pointe Sud depuis le creek « CH » sur la côte ouest et depuis le creek « BP » sur la côte est.

ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE

Après les études faites sur le terrain, les roches de Maéwo ont été classées en trois catégories (Pl. C) :

— Les *roches volcaniques* avec une série basaltique complexe comprenant des masses à structure en « pillow-lavas », des coulées, des brèches, des agglomérats et des tufs jaunes ;

— les *roches volcano-sédimentaires* représentées par des tufs andésitiques sous-marins anciens et des tufs basaltiques plus récents ;

— les *roches sédimentaires proprement dites* avec des tuffeaux calcaires à éléments volcaniques, des calcaires compacts et des calcaires coralliens.

ROCHES VOLCANIQUES

Les roches volcaniques ont un très gros développement à Maéwo, surtout dans la région sud. D'après les critères de terrain et l'étude en lames minces, les laves ont été classées en trois catégories : les *basaltes à plagioclase*, identiques à ceux de Pentecôte et probablement les plus anciens, les *basaltes à augite et olivine* en grandes masses, et les *basaltes aphyriques bulleux* qui, eux, correspondent à des montées de laves très récentes dans des failles N-S. Des *brèches*, *agglomérats* et *tufs basaltiques* accompagnent ces épanchements de laves.

Basaltes à plagioclase.

Les laves constituent des épanchements fissuraux très importants montés dans des grandes fractures N-S, NNW-SSE et E-W. Comme à Pentecôte, la structure est très souvent en oreillers : des sphères de 0,50 à 3 mètres de diamètre sont empilées les unes sur les autres. En allant de l'extérieur vers l'intérieur de la sphère, on rencontre les variétés de roches suivantes :

- Une écorce de verre noir de 5 à 10 centimètres d'épaisseur ;
- Un passage de lave aphyrique de 20 centimètres d'épaisseur ;
- Des prismes radiés hexagonaux formant la partie médiane ; la lave a alors une structure microlitique avec des microphénocristaux de feldspaths bien visibles ;
- Un noyau peu important de lave indifférenciée.

Entre les sphères, il existe souvent des remplissages de tufs jaunâtres et de silice amorphe. En certains points, ces espaces entre les sphères sont remplis par des oxydes de manganèse légèrement siliceux : par exemple, les échantillons MA-56 et MA-11 provenant des basaltes à structure en oreillers de la côte est, au droit de Nasawa, et de la côte ouest, au Sud de Nagoro. Ils ont été analysés par les Laboratoires Paul Dubois, à Paris (tabl. VIII).

	MA-56	MA-11
Mn	54,73	57,79
Si O ₂	1,21	1,14
BaO	0,44	0,59
Al ₂ O ₃	7,08	—
Fe	0,61	0,30
Cu	0,16	—
MgO	0,57	—
P	0,24	0,12
O ₂ , H ₂ O et Pertes	34,95	—

TABLEAU VIII. — Analyses chimiques de minerais de manganèse provenant de basaltes en oreillers de Maéwo.

Certains échantillons de ces minerais de manganèse atteignent 60 % de métal et ils sont formés par de la pyrolusite presque pure. Cette minéralisation, très localisée dans une roche très dure, ne présente pas d'intérêt du point de vue économique.

Ailleurs et plus particulièrement là où les épanchements dépassent les limites des fractures, les laves forment des grandes coulées noyées dans des brèches. Ces dernières, très épaisses, ont la structure en orgues et elles se débitent en grands prismes hexagonaux le long des flancs de la montagne.

De nombreux échantillons de ces basaltes à plagioclase ont été ramassés partout dans l'île, mais plus particulièrement dans la région sud. Les caractères macroscopiques sont tous les mêmes : extérieurement, ils sont identiques à ceux de Pentecôte (PE-26 et PE-27) avec une couleur brun noir et des phénocristaux de feldspaths et parfois de pyroxène.

— ECHANTILLON MA-29.

L'échantillon provient de l'épanchement de lave montée dans une fracture N-S qui affleure au Nord du village de Salouhé, sur la côte ouest (creek « DK »).

Caractères macroscopiques. — La roche est de couleur foncée, dans les bruns, avec des cristaux de feldspaths bien visibles.

Caractères microscopiques. — La texture est microlitique doléritique : deux temps de cristallisation avec 30 % de phénocristaux de feldspaths, pyroxène et périclote et 70 % de microlites imbriqués des mêmes minéraux. Très approximativement, les espèces minérales présentes se répartissent de la façon suivante :

	<i>Phénocristaux</i>	<i>Microlites</i>	<i>Total</i>
Plagioclase (Ab_2An_3 , labrador)	18 %	30 %	48 %
Pyroxène (augite)	10 %	20 %	30 %
Périclote (olivine altérée)	2 %	—	2 %
Minerai et apatite	1 %	1 %	2 %
Résidu de verre	—	—	18 %

Les feldspaths, de grande taille, sont des plagioclases allongés et groupés en glomérules (Pl. XI, fig. 1) ; certains d'entre eux sont zonés. Ils sont rapportés au labrador Ab_2An_3 avec 60 % d'anorthite d'après l'angle maximum d'extinction des sections perpendiculaires à g^1 (36°). L'augite, légèrement verdâtre possède de jolies macles. L'olivine est toujours très altérée et transformée en calcite, limonite et iddingsite qui empreintent la formes des anciens cristaux.

— ECHANTILLON MA-19.

L'échantillon provient de la haute vallée de la rivière de Nagoro. Il correspond à un épanchement de laves sans structure particulière.

Caractères macroscopiques. — Cette roche de couleur foncée, dans les bruns, est finement cristallisée avec, en particulier, des feldspaths bien visibles.

Caractères microscopiques. — La texture est microlitique avec deux temps de cristallisation caractérisés par 60 % de phénocristaux de feldspaths, pyroxène et périclote et 40 % de microlites imbriqués des mêmes minéraux alternant avec des résidus de verre brun foncé. Approximativement, les espèces minérales présentes se répartissent de la façon suivante :

	<i>Phénocristaux</i>	<i>Microlites</i>	<i>Total</i>
Plagioclases (Ab_2An_3 , labrador)	25 %	20 %	45 %
Pyroxène (augite)	20 %	17 %	37 %
Périclote (olivine altérée)	5 %	—	5 %
Minerai et apatite	3 %	2 %	5 %
Résidu de verre brun	—	—	8 %

Les feldspaths ne sont pas en grandes baguettes ; ils sont ramassés dans des ensembles à contours arrondis. D'après l'angle maximum d'extinction des sections perpendiculaires à g^1 , ils ont été rattachés au labrador (35°) avec 60 % d'anorthite (Pl. XI, fig. 2). L'augite, de couleur vert clair, se trouve soit en phénocristaux alternant avec les plagioclases, soit en grains dans les intervalles interstitiels laissés par l'enchevêtrement des microlites feldspathiques que A. Lacroix (1936-41, p. 24) rapporte à l'andésine (50 à 35 % d'anorthite). Le minerai est représenté par de la magnétite que l'on retrouve en abondance dans les sables noirs au bord de mer.

L'ordre de cristallisation est le suivant : — Phénocristaux : feldspaths, magnétite, pyroxène, olivine ; — Microlites : magnétite, apatite, pyroxène, feldspaths.

Analyse chimique. — L'échantillon MA-19 a été analysé par les soins du Laboratoire du Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques de l'Université de Nancy. Les résultats sont consignés dans le tableau IX.

Composition chimique		Composition virtuelle	
SiO ₂	49,01	Quartz libre	4,38
Al ₂ O ₃	17,91	Orthose	6,67
Fe ₂ O ₃	4,61	Albite	15,20
FeO	4,81	Anorthite	37,25
MnO	0,11	Diopside	11,48
MgO	5,98	Hypersthène	13,10
CaO	10,62	Magnétite	6,73
Na ₂ O	1,86	Ilménite	1,67
K ₂ O	1,14	Apatite	0,34
TiO ₂	0,95		
P ₂ O ₅	0,16	An %	71
H ₂ O 105°	1,10	Σ b	33,32
H ₂ O combinée	1,98		
Perte au feu	Néant		
<i>Total</i>	100,24		
		Paramètres C. I. P. W. - Lacroix.	
		II (III) . '5 . 4 . 4 . [2 . 1 . 2 . 2']	

TABLEAU IX. — Compositions réelle et virtuelle d'un basalte à plagioclase de Maéwo (échantillon MA - 19).

Basaltes à augite et olivine.

Sur le terrain, les basaltes à augite et olivine sont très voisins des précédents. Ils s'en distinguent par leur couleur plus foncée dans les gris et les bleus et par l'absence de structure particulière comme les masses en oreillers ou les coulées à débit prismatique. Ils se présentent en grande masse homogène en relation avec des failles E-W et N-S dans la région du centre. Cette variété de laves existe probablement aussi dans la région sud ; mais, à l'œil nu, il est difficile de les différencier des basaltes à plagioclase.

De nombreux échantillons ont été ramassés en place ; trois d'entre eux ont été étudiés en lames minces (échantillons MA-68, MA-25 et MA-57).

— ECHANTILLON MA-68.

L'échantillon a été pris en place sur un affleurement de laves constituant la falaise au bord de mer sur la côte est dans la région centrale, au Nord du creek « FQ » (secteur de Nasawa).

Caractères macroscopiques. — La roche est de couleur foncée, dans les gris noirs, avec des phénocristaux de feldspaths et olivine. La cassure sous le coup de marteau est très irrégulière.

Caractères microscopiques. — La texture est microlitique : deux temps de cristallisation avec des phénocristaux (40 %) de feldspaths, pyroxène et périclase et des microlites

(60 %) de feldspaths et pyroxène. Approximativement, les minéraux présents se répartissent de la façon suivante :

	<i>Phénocristaux</i>	<i>Microlites</i>	<i>Total</i>
Plagioclases (Ab ₂ An ₈ , labrador)	1 %	30 %	31 %
Pyroxène (augite)	15 %	15 %	30 %
Péridot (olivine)	24 %	10 %	34 %
Minéral (magnétite)	—	1 %	1 %
Résidu de verre brun foncé	—	—	4 %

Les plagioclases ne sont représentés dans les phénocristaux que par une seule plage. L'ensemble des microlites feldspathiques a été rattaché au labrador avec 60 % d'anorthite d'après l'angle maximum d'extinction des sections perpendiculaires à g' (35°). Les olivines forment de grands phénocristaux parcourus de traînées brunes (Pl. XI, fig. 3). Les augites, de couleur vert clair, se rencontrent surtout dans la pâte sous forme de grains, mais il existe malgré tout quelques phénocristaux. Le minéral est représenté par de la magnétite.

— ECHANTILLON MA-25.

L'échantillon a été ramassé en place sur les affleurements de lave épanchée dans la faille E-W située à l'embouchure de la rivière de Navinféné, sur la côte ouest.

Caractères macroscopiques. — La roche est de couleur foncée, dans les bleus noirs, avec des grands cristaux bien visibles à l'œil nu. La cassure sous le coup de marteau est très irrégulière.

Caractères microscopiques. — La texture est microlitique : deux temps de cristallisation avec des phénocristaux (30 %) de feldspaths, pyroxène et péridot et des microlites

PLANCHE XI

MICROPHOTOGRAPHIES DE ROCHES BASALTiques DE L'ILE DE MAEWO

FIG. 1. — Basalte à plagioclase (aspect général de la roche).

Glomérule de labrador noyé dans un verre brun noir à microlites feldspathiques.
Echantillon MA-29 ; Nord du village de Salouhé. *Lumière polarisée*, $\times 60$.

FIG. 2. — Basalte à plagioclase, à texture microlitique doléritique (aspect général de la roche).

Phénocristal automorphe d'augite (en haut), baguettes imbriquées de labrador, grains d'augite et de magnétite, le tout noyé dans un résidu de verre brun noir cryptocristallin.
Echantillon MA-19 ; haute vallée de la rivière de Nagoro. *Lumière naturelle*, $\times 60$.

FIG. 3. — Basalte à augite et olivine (aspect général de la roche).

Phénocristal d'olivine avec traînées brunes d'oxydes ferrugineux (partie inférieure gauche) ; baguettes de labrador et grains d'augite (coin supérieur droit) ; microlites feldspathiques en baguettes, petits grains d'augite et de magnétite noyés dans un résidu de verre brun noir cryptocristallin.
Echantillon MA-68 ; bord de mer au Nord de l'embouchure du creek « FQ ». *Lumière naturelle*, $\times 60$.

FIG. 4. — Basalte à augite et à olivine (aspect général de la roche).

Glomérules de baguettes de labrador à contours anguleux ; microlites feldspathiques, petits grains d'augite et de magnétite, poches de verre cryptocristallin et résidus de verre brun noir.
Echantillon MA-25 ; embouchure de la rivière de Navinféné. *Lumière naturelle*, $\times 60$.



1



2



3



4

Caractères microscopiques. — La texture est microlitique : deux temps de cristallisation avec 35 % de phénocristaux de feldspaths, pyroxène et périclote et 65 % d'une pâte avec des microlites des mêmes minéraux. Approximativement, les composants se répartissent de la façon suivante :

	<i>Phénocristaux</i>	<i>Microlites</i>	<i>Total</i>
Plagioclases (Ab_2An_3 , labrador)	8 %	25 %	33 %
Pyroxène (augite)	12 %	10 %	22 %
Périclote (olivine)	15 %	5 %	20 %
Minéral et apatite	—	3 %	3 %
Résidu de verre brun	—	—	22 %

Les plagioclases sont soit groupés en glomérules avec ou sans augite et olivine (texture glomérophyrique), soit en microlites fins, noyés dans le résidu de verre brun foncé. D'après l'angle maximum d'extinction des sections de la zone perpendiculaire à g' ici égal à 38° , ils sont rattachés au labrador. Le pyroxène représenté par de l'augite coloré en jaune vert est parfois groupé en glomérules avec ou sans plagioclase ; ailleurs, l'augite est sous forme de cristaux automorphes de grande taille. Dans la pâte, il existe des grains minuscules de pyroxènes entourés de microlites feldspathiques (Pl. XII, fig. 2). Le périclote, ici de l'olivine, est soit groupé en glomérules avec l'augite, soit sous forme de grands cristaux automorphes complètement altérés en carbonate (calcite ?) et en produits ferrugineux (iddingsite ?) (Pl. XII, fig. 3).

L'ordre de cristallisation est le suivant : — Phénocristaux : feldspaths, apatite, olivine, augite ; — Microlites : magnétite, apatite, augite, feldspaths.

Analyse chimique. — L'échantillon MA-25 a été analysé (tabl. X) au Laboratoire du Centre de Recherches pétrographiques et géochimiques de l'Université de Nancy.

Composition chimique		Composition virtuelle	
SiO ₂	47,17	Quartz	3,42
Al ₂ O ₃	14,15	Orthose	1,67
Fe ₂ O ₃	3,91	Albite	9,43
FeO	4,74	Anorthite	32,53
MnO	0,17	Diopside	12,51
MgO	11,06	Hypersthène	26,39
CaO	9,97	Magnétite	5,57
Na ₂ O	1,10	Ilménite	0,91
K ₂ O	0,30	Apatite	0,34
TiO ₂	0,50		
P ₂ O ₅	0,15	An %	77
H ₂ O 105°	4,75	Σ b	45,72
Perte au feu	0,38		
<i>Total</i>	100,02	Paramètres C. I. P. W. - Lacroix III. '5. 4(5). 4(5) [(1)2. 1. (1)2. 2.]	

TABLEAU X. — Compositions réelle et virtuelle d'un basalte à augite et olivine de Maéwo (échantillon MA - 25).

Basaltes aphyriques bulleux.

Cette variété de basaltes correspond à la dernière manifestation volcanique exprimée dans l'île de Maéwo. Les montées de laves se sont faites le long des grandes fractures

N-S à l'origine du modelé topographique actuel des terres émergées. Ils ont été appelés basaltes aphyriques bulleux, car le plus souvent, sur le terrain, ils ne semblent pas cristallisés. Les plus beaux affleurements se rencontrent dans la région nord où il y a eu des intrusions basaltiques dans les failles N-S limitant le horst des plateaux de Lakaréré et de Bétarara. La venue des laves est accompagnée, dans les secteurs de Bétarara et de Matuhulata, d'une imprégnation par des oxydes de manganèse des contacts entre les calcaires coralliens et les tuffeaux calcaires à éléments volcaniques (de 20 à 35 % de manganèse pour les calcaires imprégnés). Ils existent également en petite quantité dans la région sud, le long des grandes failles N-S qui parcourent le massif de basaltes à plagioclase au Nord de la baie Tranquille. Un échantillon (MA-32) a été étudié en lame mince.

— ECHANTILLON MA-32.

L'échantillon provient d'un affleurement en place de laves bulleuses visibles dans la vallée moyenne du creek « CH », dans la région sud, au Nord de la baie Tranquille.

Caractères macroscopiques. — La roche de couleur très foncée dans les gris ne laisse pas percevoir de cristaux à l'œil nu, elle est truffée de petites bulles remplies parfois avec une matière blanche.

Caractères macroscopiques. — La lave est cristallisée avec une texture microlitique : il existe deux temps de cristallisation représentés par des phénocristaux (40 %) de feldspaths et pyroxène et des microlites (90 %), des mêmes minéraux noyés dans une pâte comportant un résidu de verre (Pl. XII, fig. 4). Approximativement, les composants se répartissent de la façon suivante :

	<i>Phénocristaux</i>	<i>Microlites</i>	<i>Total</i>
Plagioclases	7 %	50 %	57 %
Pyroxène (augite)	2 %	28 %	30 %
Péridot (olivine altérée)	1 %	—	1 %
Minéral (magnétite)	—	8 %	8 %
Résidu de verre	—	—	4 %

Brèches basaltiques.

Des brèches volcaniques importantes accompagnent les épanchements fissuraux à structure en oreillers. Elles sont constituées par des blocs arrondis de basaltes à plagioclase repris dans une pâte de même constitution et paraissant finement cristallisée. Les brèches couvrent de grandes surfaces dans la région sud.

Agglomérats basaltiques.

Des agglomérats volcaniques affleurent au bord de mer dans la région sud. Ils sont formés par des blocs arrondis et des blocs anguleux de laves bulleuses, de verre et de scories, reliés par des tufs jaunes. Il est probable que ces agglomérats correspondent aux basaltes à plagioclase marquant les premières manifestations volcaniques de l'île.

Tufs basaltiques jaunes.

Les tufs de couleur variant du jaune au brun rouge sont très irréguliers en constitution ; ils sont parfois grossièrement stratifiés. Les éléments pyroclastiques forment l'en-

semble avec des cendres, des scories et des morceaux de laves bulleuses, reliés par un matériel très fin. On les rencontre plus particulièrement dans la région sud, où ils affleurent au bord de mer (baie Tranquille) en compagnie des agglomérats et des brèches.

ROCHES VOLCANO-SEDIMENTAIRES

Les roches volcano-sédimentaires, d'âge tertiaire, sont formées par des matériaux volcaniques (poussières, cendres, débris de minéraux, scories et vestiges de verre) reliés par un ciment calcaire, marneux ou argiloïde. Elles contiennent parfois des Foraminifères, mais pas de macrofossiles. En général, elles sont stratifiées en bancs de faible épaisseur.

Tufs andésitiques anciens de Talisé.

Les tufs de Talisé sont très grossiers, avec un matériel volcanique important correspondant à des laves andésitiques. En effet, ils contiennent de nombreux débris de minéraux rapportés aux plagioclases (andésine ?), à l'hypersthène et à l'augite. Certains lits de la roche, plus calcaires, présentent des Foraminifères appartenant aux familles des Orbitoïdés et des Globigérinidés. Sur le terrain, les tufs affleurent sous les calcaires compacts de Navinféné dans les régions centrale et méridionale et, par analogie avec ceux de Pentecôte, ils ont été attribués provisoirement à une période anté-miocène (?).

Tufs basaltiques de Cinémak.

Les tufs basaltiques, que l'on rencontre uniquement le long de la côte est, au Nord de Cinémak, sont très finement stratifiés avec une couleur variant du rouge au brun en passant parfois par le vert. Ils contiennent à l'occasion des bancs de tufs plus épais ayant l'aspect de brèches : en effet, dans un matériel volcanique fin formé par des débris de minéraux (feldspaths et augite), il existe des blocs, galets et rognons de tufs plus durs et généralement de couleur verte. Un de ces rognons a été étudié en lame mince.

— ECHANTILLON MA-60.

Ce rognon de tuf vert provient des affleurements de tufs basaltiques développés au bord de mer, juste au Nord de l'embouchure du creek « FH », sur la côte est, à deux kilomètres au Nord de Cinémak.

Caractères macroscopiques. — La roche est de couleur vert clair et, à l'œil nu, elle apparaît formée d'un matériel volcanique fin. Elle correspond à un des rognons des tufs basaltiques à l'aspect bréchi-que interstratifiés en bancs épais (4 mètres) dans les tufs finement lités.

Caractères microscopiques. — Sur un fond de calcite, un matériel volcanique important comprend les éléments suivants :

— débris de feldspaths, ici des plagioclases rattachés à une andésine basique (angle maximum d'extinction des sections de la zone perpendiculaire à g^1 égal à 31°) ;

— débris de pyroxène (augite) et de périclase (olivine en partie altérée) ;

- débris d'apatite, peu nombreux ;
- noyaux de verre contenant des microlites de feldspaths.

En plus, quelques coupes de Foraminifères appartiennent à la famille des Orbitoïdés.

Plus au Nord, il existe dans ces tufs basaltiques des morceaux de bois fossiles sili-
cifiés (échantillon MA-61). Par suite de leur position sur le terrain, au voisinage des
calcaires tufacés, et de leur analogie avec des roches de l'île de Santo, les tufs basalti-
ques ont été attribués au Néogène supérieur, probablement au Pliocène (?).

ROCHES SEDIMENTAIRES

Les roches sédimentaires proprement dites, tertiaires et quaternaires, sont abondantes
dans l'île de Maéwo. Sur le terrain et d'après leur nature, elles ont été divisées en quatre
catégories : roches calcaires, roches tufacées, roches d'altération et alluvions.

ROCHES CALCAIRES

Les calcaires forment la majorité des affleurements de surface : en effet, quelques-
uns des plus hauts sommets sont en calcaire, comme la montagne de Navinféné, avec
950 mètres. Ils sont dépourvus de macrofossiles et il est difficile de leur donner un âge.
Les échantillons étudiés ne contiennent qu'une microfaune réduite représentée par des
Foraminifères et ils ne m'ont pas permis de fixer, d'une façon précise, la place des diffé-
rents faciès dans l'échelle stratigraphique. Approximativement, les calcaires ont été ratta-
chés, d'après leurs critères de terrain, à des formations étudiées dans d'autres îles.

Provisoirement donc, les roches calcaires de Maéwo ont été divisées en cinq variétés
correspondant à leur faciès et à leur place dans une échelle stratigraphique probable.

Calcaires blancs massifs de Navinféné.

Les calcaires compacts, finement recristallisés et de couleur claire, ressemblent beau-
coup à ceux de Pentecôte. Leur extension est très importante dans les régions centrale
et sud où ils forment des entablements de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur (mon-
tagne de Navinféné, avec approximativement 500 mètres de calcaires). En quelques points,
ils reposent en concordance sur les tufs andésitiques stratifiés de Talisé (rivière de Talisé).
Ils sont parfois stratifiés en bancs ayant une épaisseur de 5 à 8 mètres.

D'après leur analogie avec les calcaires compacts à Foraminifères de Santo et Pente-
côte, ils ont été considérés comme appartenant probablement au Miocène (?). Les échan-
tillons étudiés ne sont pas suffisamment nombreux pour permettre de déterminer les
quelques grands Foraminifères présents dans les lames minces.

Calcaires tufacés de Nasawa.

Ces roches très meubles forment des affleurements discontinus interstratifiés à la partie
supérieure des calcaires blancs massifs à Foraminifères de Navinféné. Les calcaires tufacés
sont détritiques ; ils ne contiennent malheureusement que des empreintes de fossiles. Par

analogie avec les tuffeaux calcaires de Pentecôte et d'Epi, ils semblent devoir être rattachés au Miocène supérieur (?). On les rencontre plus particulièrement dans la vallée de la rivière Nasawa où ils peuvent contenir des éléments de roches volcaniques (échantillon MA-24).

Calcaires coralliens de Lakaréré.

Les calcaires coralliens sont très variables en structure, texture et couleur. Parfois, ils sont stratifiés en bancs épais (plusieurs mètres) aux limites peu visibles. Ailleurs, ils sont finement stratifiés, mais le plus souvent ils sont massifs et en voie de recristallisation ; il n'existe plus alors que de rares vestiges de coraux avec, par endroits, des restes de fossiles en trop mauvais état pour être déterminés. D'après les critères de terrain et la ressemblance de leurs caractères extérieurs avec ceux des calcaires coralliens subactuels correspondant au dernier soulèvement de l'île, les calcaires de Lakaréré semblent devoir être rattachés au grand développement des récifs coralliens du début du Quaternaire (Pléistocène).

Calcaires coralliens subactuels.

Sur les bords de mer, des calcaires non stratifiés et irréguliers en structure correspondent au développement des coraux (récifs frangeants) avant le dernier soulèvement de l'île. Ils forment le soubassement des différentes plateformes littorales qui ont une certaine importance dans la région nord. Ils sont généralement en voie de recristallisation. On y observe des débris de Madrépores, quelques débris de petits coquillages subactuels et, parfois, de grands Lamellibranches comme *Tridacna gigas* LINNÉ.

Calcaires coralliens actuels.

Le long des côtes de la région nord, le corail est en pleine croissance ; il forme des récifs frangeants bien développés et même, au Nord de Lakaréré, à environ un kilomètre de la côte ouest, un petit récif barrière est sur le point de rejoindre la surface de la mer. Sur la côte est, les récifs frangeants sont toujours importants par suite de l'agitation constante de la mer qui facilite la croissance (exposition aux vents dominants).

ROCHES TUFACÉES

Les roches tufacées finement stratifiées sont représentées par des tuffeaux calcaires à éléments volcaniques.

Tuffeaux calcaires à éléments volcaniques de Bétarara.

Les tuffeaux affleurent dans la région nord en dessous des calcaires coralliens de Lakaréré. Les bancs sont réguliers et l'ensemble est plus marneux que calcaire. Ils sont formés par une abondance de débris de minéraux (feldspaths et augite) reliés par un ciment marneux contenant des Globigérinidés. Le faciès est constant et la formation peut dépasser 200 mètres d'épaisseur (Bétarara, dans la région nord). Au voisinage du contact avec les calcaires coralliens de Lakaréré, toujours concordants, il existe parfois un passage de calcaires détritiques sableux, malheureusement sans fossiles.

Dans les secteurs de Bétarara et de Matuhulata, le contact entre les tuffeaux calcaires à éléments volcaniques et les calcaires coralliens est en partie imprégné par des oxydes de manganèse qui se sont répandus sous forme de wad dans les tuffeaux calcaires et de psilomélanes dans les calcaires. Des analyses ont été faites par les laboratoires P. Dubois à Paris.

Les tuffeaux calcaires, juste en dessous du contact, contiennent, avec l'échantillon MA-12, 16,30 % de manganèse et les calcaires coralliens de Lakaréré comptent, avec l'échantillon MA-142, 31,92 % de manganèse. Dans ce dernier cas, le minerai est formé par des mouches de psilomélanes noyées dans de la calcite.

Les roches tufacées ressemblent beaucoup extérieurement aux tufs andésitiques argiloïdes de l'île de Vaté, tout en étant plus calcaires. Elles ont été provisoirement attribuées à la fin du Tertiaire et au début du Quaternaire.

ROCHES D'ALTÉRATION

A la surface des calcaires de Navinféné, il existe une grande épaisseur de terre à tendance latéritique. Il n'y a pas de carapace ; mais, par endroits, des petits nodules d'oxydes de fer se sont formés dans la couche de terre rouge.

A la surface des calcaires coralliens peu épais du plateau de Lakaréré, des terres d'altération claires, non latéritiques, démontrent que le plateau a été exhaussé à une période relativement récente.

Sur les roches volcaniques, les terres d'altération sont généralement de couleur très foncée. Elles ne sont importantes que dans la région sud.

ALLUVIONS

Avec les faibles dimensions de l'île et le caractère torrentiel de la plupart des rivières, les alluvions ne sont pas importantes.

— Les *alluvions des rivières* comprennent des sables grossiers gris et des cailloutis avec des galets de basaltes, tufs, calcaires tufacés et calcaires compacts pris dans un ensemble soit argilo-sableux, soit terreux (altération des tufs basaltiques, creek « CU »).

— Les *plateformes littorales* sont composées par un amoncellement, sur les récifs frangeants surélevés, de débris de coraux, de restes de coquillages subactuels, de sables et de graviers calcaires pris dans un ensemble terreux, sorte de limon provenant du lessivage des terres d'altération des calcaires compacts de Navinféné et des calcaires coralliens de Lakaréré.

— Les *bords de mer* sont constitués par . — des sables blancs calcaires comprenant des débris de coquillages et de coraux actuels dans les régions nord et centrale ; — des sables gris à magnétite, olivine et augite (échantillon MA-33) sur la côte ouest, dans la région sud ; — des graviers et des cailloutis avec des galets de basaltes, tufs basaltiques et calcaires dans la région sud et sur la côte est, au Nord de Cinémak.

DESCRIPTIONS RÉGIONALES

Pour faciliter l'étude régionale, l'île de Maéwo est divisée suivant les régions nord, centrale et sud définies précédemment.

REGION NORD

Du point de vue géologique, cette région s'arrête au Sud sur la grande faille E-W de Cinémak, qui passe au pied nord de la montagne de Navinféné (Pl. C). Elle est constituée par un soubassement de tuffeaux calcaires de Bétarara à éléments volcaniques. Très constants en constitution et en aspect, ils sont parfaitement stratifiés en bancs peu épais (0, 10 à 0, 50 m). Au dessus des tuffeaux, il existe dans l'extrême Nord une faible épaisseur de calcaires coralliens de Lakaréré ; le contact est marqué par un passage de calcaires détritiques sableux. Au niveau de Bétarara, les calcaires coralliens de Lakaréré dépassent cent mètres d'épaisseur. La région nord, très tabulaire, est bordée par des failles N-S et E-W. Dans certaines, il y a eu des montées de laves bulleuses (basaltes aphyriques bulleux) qui ont traversés la série des tuffeaux calcaires.

La structure géologique est illustrée par l'étude de trois coupes schématiques E-W (fig. 25) ; chacune correspond à un des secteurs définis précédemment.

Secteur de Matuhulata.

En allant de l'Ouest à l'Est, la coupe géologique passant le long du creek Stevens présente les formations suivantes (fig. 25 A) :

— La plateforme littorale de la côte ouest, formée par un soubassement de calcaires coralliens récents surélevés de 5 mètres environ et recouverts par des sables et des graviers calcaires et par une partie des alluvions du creek Stevens. Au bord de mer, un récif frangeant est en pleine croissance ;

— Une série sédimentaire ayant à la base des tuffeaux calcaires et au-dessus, des calcaires coralliens de Lakaréré. Les couches ont un pendage de 10° vers l'Ouest ;

— Deux failles N-S très rapprochées (500 mètres environ). Entre les deux, la série sédimentaire a pris la forme d'un petit anticlinal. C'est là que le contact des calcaires coralliens et des tuffeaux calcaires est plus ou moins imprégné par des oxydes de manganèse (échantillon MA - 53 avec 22, 23 % de manganèse) ;

— Un petit plateau formé uniquement par des tuffeaux calcaires qui ont un pendage de 30° vers l'Ouest ;

— Deux failles N-S, séparées par environ un kilomètre. Entre les deux, la colline (altitude : 200 mètres) est formée par des calcaires coralliens de Lakaréré reposant en concordance sur les tuffeaux calcaires ;

— Un autre petit plateau (altitude : 100 mètres), formé par des tuffeaux calcaires ayant un pendage de 30° vers l'Ouest ;

— La plateforme littorale de la côte est, identique à celle de la côte ouest.

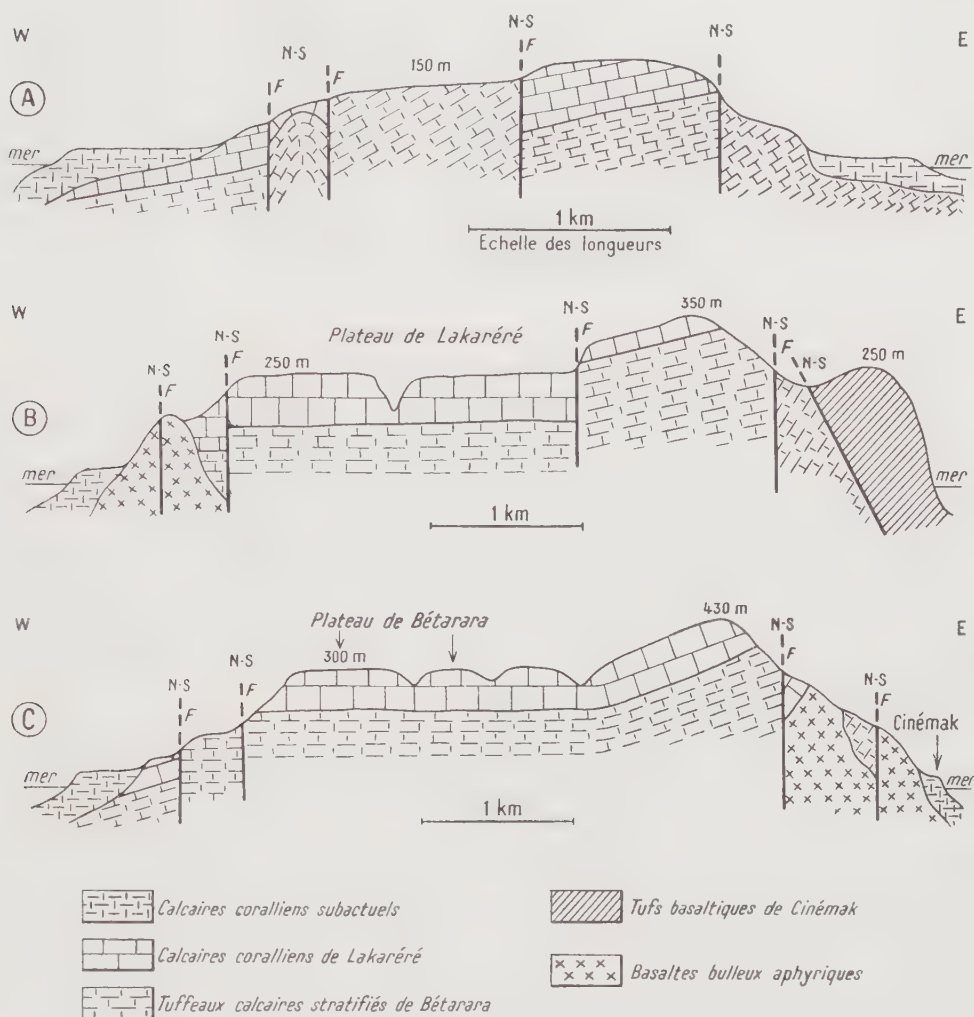


FIG. 25. — Coupes géologiques schématiques E-W dans la région nord de l'île de Maéwo.

A : Coupe le long du Creek Stevens (Matuhulata). - B : Coupe le long d'un affluent de la rivière Lakaréré. - C : Coupe au niveau de Kérépéï (Bétarara).

Secteur de Lakaréré.

Dans ce secteur, des formations volcaniques apparaissent le long des failles N-S limitant le horst d'exhaussement des terres émergées. De l'Ouest à l'Est (fig. 25 B), la coupe géologique passant par les cotes 250 et 300 mètres présente les formations suivantes :

— Une banquette de calcaires coralliens subactuels, surélevés à 3 mètres de hauteur. Au niveau de la mer, un récif frangeant est en pleine croissance ;

— Deux failles N-S, les mêmes que celles rencontrées dans le secteur de Matuhulata. Des basaltes aphyriques bulleux sont épanchés entre les deux failles et ils sont directement en contact avec les formations sédimentaires du Quaternaire ;

Un plateau à la cote 250. Il est formé par des calcaires coralliens de Lakaréré (50 mètres d'épaisseur) reposant sur les tuffeux calcaires (200 mètres d'épaisseur). La stratification est horizontale. La partie est du plateau est relevée par une faille dirigée SSW - NNE. Là, les couches stratifiées ont un pendage de 10° vers l'Ouest et l'épaisseur des calcaires coralliens au-dessus des tuffeux diminue considérablement ;

— Un contrefort formé par des tufs basaltiques de Cinémak qui vont jusqu'au bord de mer sur la côte est. Une faille N-S limite le plateau à l'Est et fait apparaître des tuffeux calcaires fortement redressés (pendage 60° vers l'Ouest). Le contact, le long de la faille, est broyé et légèrement imprégné par de la silice et de la pyrite. Une autre faille N-S, inclinée de 70° vers l'Est, amène les tufs basaltiques de Cinémak avec un pendage de 45° vers l'Ouest. Cette formation se termine au bord de mer par une falaise de 150 mètres de hauteur. Certains bancs de tufs contiennent des bois fossiles silicifiés.

Secteur de Bétarara.

Dans ce secteur, le niveau du plateau central se relève de plus en plus en allant vers le Sud pour arriver à la cote 450 au pied de la montagne de Navinféné. Le relèvement se fait par paliers le long de failles E-W (Pl. C) ; une des failles fait disparaître les tufs basaltiques sur la côte est au niveau du creek « FH », à deux kilomètres au Nord du village de Cinémak. Des venues de basaltes aphyriques bulleux sont montées dans la plupart des failles E-W et le long des failles N-S limitant le horst d'exhaussement des terres émergées actuellement.

De l'Ouest à l'Est (fig. 25 C), la coupe géologique schématique au niveau du village de Kérépéi présente les formations suivantes :

- Un récif frangeant en croissance ;
- Une plateforme littorale assez large formée par des alluvions et des éboulis de pente reposant sur l'ancien récif frangeant surélevé entre 5 et 10 mètres de hauteur ;
- Un gradin en calcaires coralliens de Lakaréré, ici stratifiés avec un pendage de 15° vers l'Ouest ;
- Deux failles N-S importantes et d'autres de même direction, à l'origine de l'exhaussement du plateau central sur son bord ouest. Entre les deux failles, le contact entre calcaires coralliens et tuffeux calcaires est imprégné par des oxydes de manganèse (échantillon MA - 41 avec 32, 17 % de manganèse) ;
- Le plateau central à la cote de 300 mètres. Il est formé par la superposition concordante de 100 mètres de calcaires coralliens de Lakaréré au-dessus de 200 mètres de tuffeux calcaires de Bétarara (probablement fin du Tertiaire et début du Quaternaire). La stratification est horizontale. Le bord est du plateau est relevé par une faille SSW - NNE et les couches stratifiées ont un pendage de 20° vers l'Ouest ;
- Deux failles N-S importantes qui sont à l'origine de l'exhaussement du plateau central sur son bord est. La première faille ramène la série sédimentaire calcaires-tuffeux fortement redressée (pendage de 65° vers l'Ouest). Là, des basaltes bulleux aphyriques affleurent entre les calcaires et les tuffeux. Au contact, les calcaires sont fortement recristallisés. La deuxième faille a été entièrement envahie par les basaltes bulleux aphyriques ;
- Une banquette de calcaires coralliens correspondant à l'ancien récif frangeant surélevé de trois mètres de hauteur ;
- Un récif frangeant en croissance.

REGION CENTRALE

Cette région est limitée, au Nord, par la faille E-W de Cinémak au pied nord de la montagne de Navinféné et, au Sud, par la faille E-W au Sud de Nasawa (Pl. C).

Elle est formée par un soubassement de roches volcano-sédimentaires, les tufs andésitiques stratifiés de Talisé recouverts par les calcaires compacts de Navinféné, ici très épais. Cette partie de l'île est très faillée et des épanchements basaltiques, d'abord à structure en « pillow-lavas » (basaltes à plagioclase), puis à structure massive fissurale (basaltes à augite et olivine), sont montés dans les différentes failles E-W et N-S qui limitent le horst à l'origine des terres actuellement émergées.

La structure géologique de cette région est illustrée par l'étude des trois coupes schématiques E-W (fig. 26) ; chacune de ces coupes correspond à un des secteurs définis plus haut (pp. 253-254).

Secteur de Navinféné.

Dans ce secteur, les calcaires blancs massifs de Navinféné forment de grands entablements calcaires qui atteignent 950 mètres d'altitude.

De l'Ouest à l'Est (fig. 26 A), la coupe schématique géologique passant par le point culminant de la montagne de Navinféné (950 m.) présente les formations suivantes :

- Un récif frangeant en croissance ;
- Une plateforme littorale étroite et formée par un soubassement en calcaires coralliens subactuels correspondant au développement des récifs frangeants avant le dernier soulèvement de l'île (entre 5 et 10 mètres de hauteur). Ces calcaires sont recouverts par des éboulis de pente et des alluvions de rivière ;
- Un épanchement de basaltes à plagioclase à structure en « pillow-lavas » limité par des failles N-S ;
- La montagne de Navinféné avec 600 mètres de calcaires blancs, massifs, de Navinféné recouvrant les tufs andésitiques stratifiés de Talisé, visibles ici sur 30 mètres d'épaisseur seulement. Les couches stratifiées ont un pendage de 20° vers l'Ouest ;
- Deux grandes failles N-S à l'origine de l'exhaussement de la montagne de Navinféné sur son bord est. Entre les deux failles affleure un épanchement de basaltes à plagioclase à structure en « pillow-lavas » ;
- Un passage de tufs andésitiques stratifiés de Talisé plaqués contre les basaltes avec un pendage de 70° vers l'Est ;
- Une banquette de calcaires coralliens subactuels correspondant aux récifs frangeants surélevés ;
- Un récif frangeant en croissance.

Secteur de Narovorovo.

Dans ce secteur, les formations volcaniques, probablement pliocènes, prennent de plus en plus d'importance. L'altitude descend rapidement du Nord au Sud grâce aux jeux de nombreuses failles E-W. Les plus marquantes sont celles qui correspondent à la vallée de la rivière de Narovorovo (Pl. C).

De l'Ouest à l'Est (fig. 26 B), la coupe géologique schématique passant le long du creek de Talisé à 1,5 kilomètre au Nord de Narovorovo présente les formations suivantes :

- Une plateforme littorale très étroite formée par des récifs coralliens surélevés entre 5 et 10 mètres de hauteur ;
- Un épanchement de basaltes à plagioclase à structure en « pillow-lavas » limité à l'Est par une faille N-S ;
- Des calcaires blancs massifs de Navinféné avec un pendage de 20° vers l'Ouest ;

— Une petite faille N-S amenant en affleurement, dans le creek de Talisé, les tufs andésitiques de Talisé avec, au-dessus, une couverture de calcaires blancs massifs de Navinféné dépassant 400 mètres d'épaisseur ;

— Une nouvelle faille N-S, qui met en contact les calcaires avec les basaltes à structure en « pillow-lavas » ;

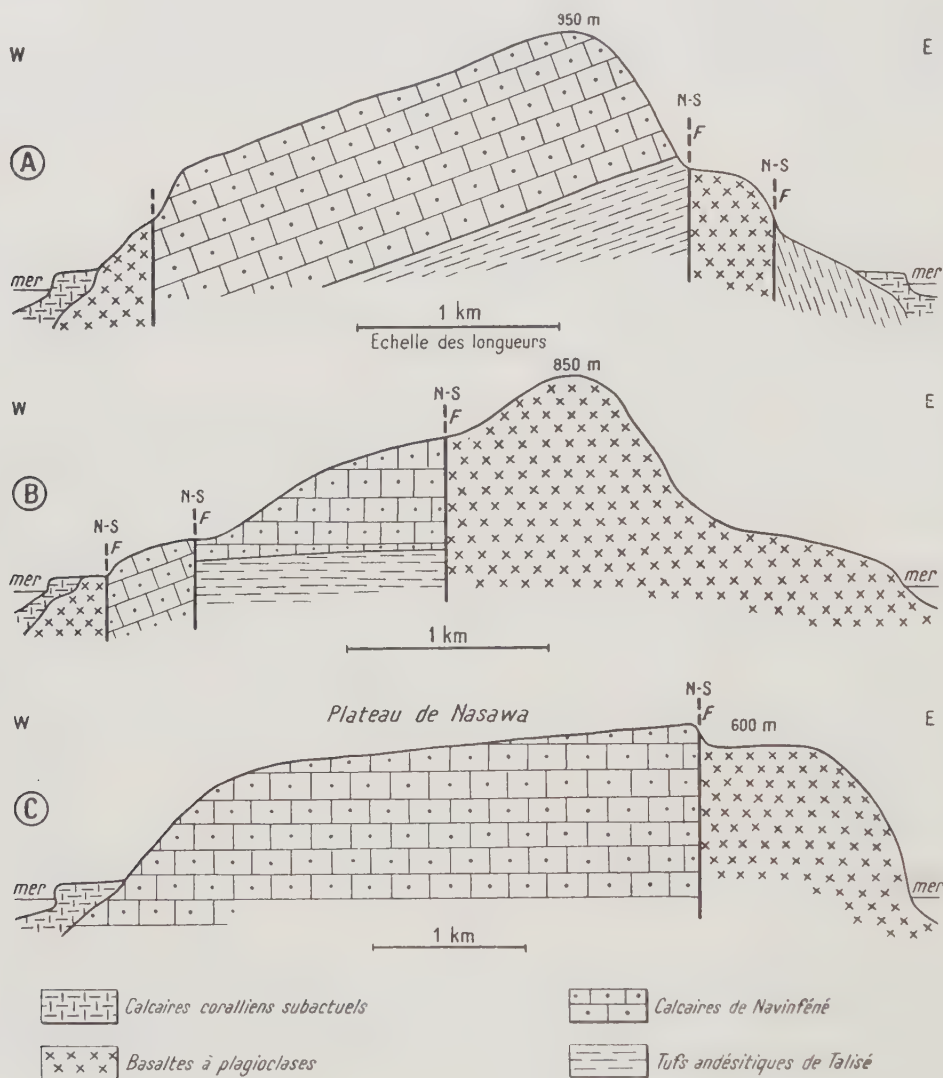


FIG. 26. — Coupes géologiques schématiques E-W dans la région centrale de l'île de Maéwo.

A : Coupe passant par le point culminant de la Montagne de Navinféné. -
B : Coupe au niveau du Creek de Talisé (Narovorovo). - C : Coupe
au niveau de Nasawa.

— Une formation importante de basaltes à plagioclase avec de nombreux passages de brèches, de tufs et d'agglomérats. Cette dernière culmine à 850 mètres. La descente vers la côte est se fait assez brusquement, probablement le long de failles N-S, difficiles à voir au sein des roches volcaniques.

Secteur de Nasawa.

Le secteur est limité au Nord par la série des failles E-W de la vallée de Narovorovo, d'ailleurs envahie par des basaltes à plagioclase. Il est constitué par de très grands entablements de calcaires blancs massifs de Navinféné, qui descendent lentement vers la dépression de Narovorovo. Ce plateau calcaire est bordé à l'Est par des épanchements de basaltes à plagioclase à structure en « pillow-lavas » plus ou moins injectés par des masses de basaltes à augite et olivine.

De l'Ouest à l'Est (fig. 26 C), le long de la coupe géologique schématique qui suit la vallée de la rivière de Nasawa, les formations présentes sont les suivantes :

— Une plateforme littorale étroite formée par un ancien récif frangeant surélevé entre 5 et 10 mètres ;

— Le grand plateau de calcaires blancs massifs de Navinféné avec parfois, à la partie supérieure de la formation, des bancs de calcaires tufacés de Nasawa. Ce plateau est découpé superficiellement par de nombreuses ravines d'érosion et il est recouvert par une épaisse couche de terre d'altération à évolution latéritique ;

— Une faille N-S importante ;

— Une formation de roches volcaniques comprenant, contre la faille, des basaltes à augite et olivine et, juste au bord de mer, des basaltes à plagioclase à structure en « pillow-lavas » avec parfois des minerais de manganèse pris dans les intervalles entre les « oreillers ».

REGION SUD

Dans cette région, les roches sédimentaires ne sont pas dominantes. Les entablements de calcaires de Navinféné ne forment plus que deux plateaux situés à la cote de 700 mètres au Nord et au Sud d'une montagne (1.000 mètres) constituée uniquement de laves (Pl. C).

Les failles sont extrêmement nombreuses ; elles sont à l'origine du modelé massif du relief et du fait que la montagne tombe presque partout directement dans la mer. Les directions dominantes sont N-S, E-W et WSW-ENE au Nord de la région, et SSE-NNW, WNW-ESE et NNE-SSW au Sud, dans le secteur de Fanpatéï.

La structure géologique de cette région est illustrée par l'étude des trois coupes schématiques de la figure 27 ; chacune de ces coupes correspond à un des secteurs définis plus haut.

Secteur de Nagoro et Secteur Douteux.

La faille E-W qui limite le secteur au Nord (Pl. C) fait apparaître un grand massif de roches volcaniques, composé au bord de mer, sur la côte est, par des brèches et des tufs basaltiques et, à l'intérieur, par des basaltes à structure en « pillow-lavas ».

De l'Ouest à l'Est, la coupe géologique schématique (fig. 27 A) passant au Sud de Nagoro, au droit du creek « CR », présente les formations suivantes :

— Au bord de mer, un récif corallien surélevé entre 2 et 5 mètres et formant une petite plateforme littorale ;

— Une première chaîne de montagnes culminant à 450 mètres formée par une grande masse de brèches et de tufs basaltiques. Par endroits, les tufs sont recouverts par des calcaires récifaux

différents des calcaires blancs massifs de Navinféné et attribués à la fin du Tertiaire. Vers l'Est, les affleurements de tufs sont limités par une faille N-S inclinée vers l'Ouest (75°) ;

— Un épanchement important de basaltes à plagioclase ayant une structure en « pillow-lavas ». Là, les intervalles entre les sphères peuvent contenir des oxydes de manganèse presque purs. Cet épanchement semble être pris entre deux failles N-S. Il forme la deuxième chaîne de montagnes culminant à l'altitude de 1 000 mètres environ ;

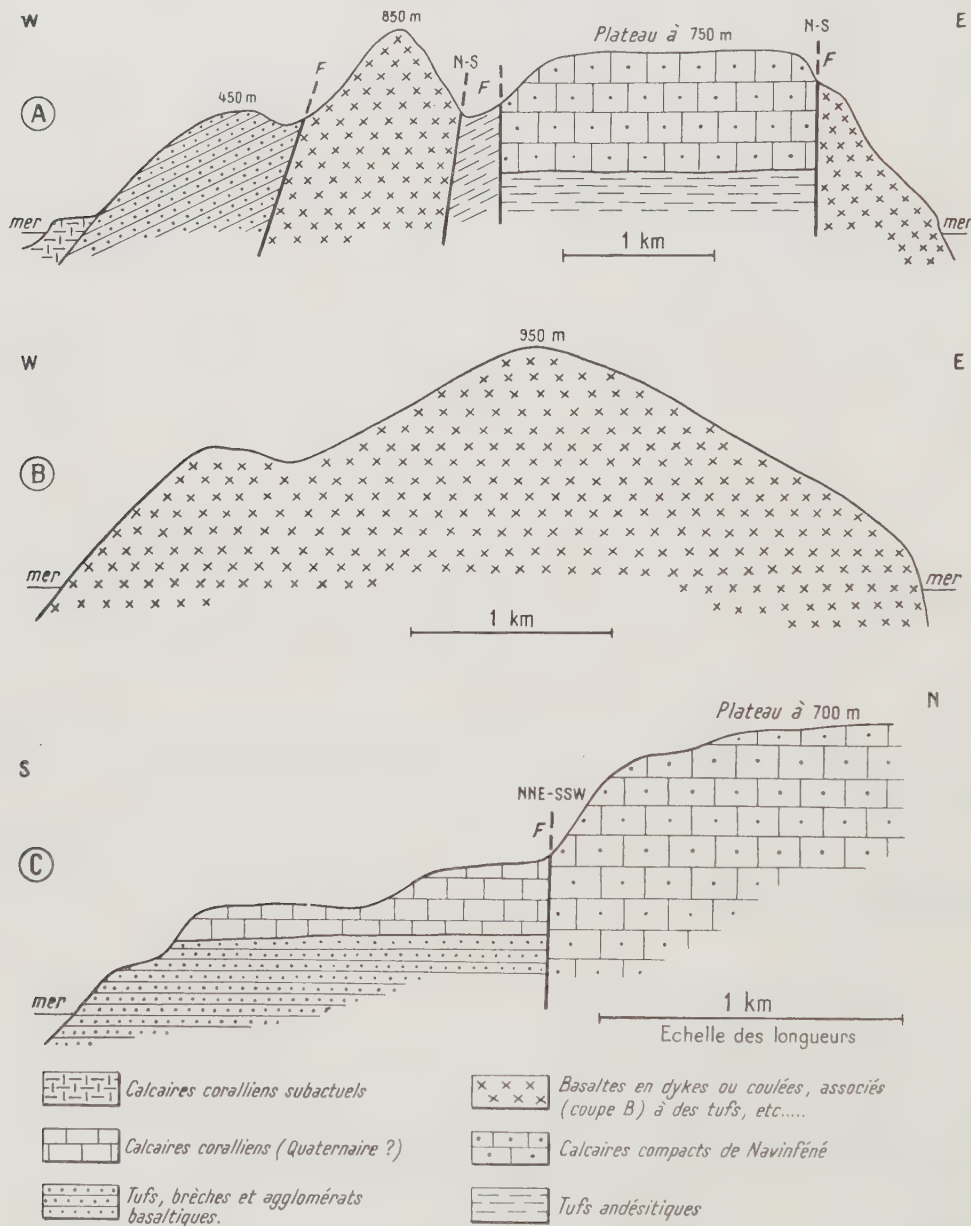


FIG. 27. — Coupes géologiques schématiques dans la région sud de l'île de Maéwo.

A : Coupe E-W au Sud de Nagoro. - B : Coupe E-W au niveau de la Baie Profonde. - C : Coupe N-S au niveau de Fanpatéi.

— Un entablement de roches calcaires de Navinféné atteignant la cote 700 et limité par des failles N-S qui mettent en contact les calcaires avec les laves ;

— Un épanchement fissural de basaltes à augite et olivine formant, à l'Est, le contrefort qui descend rapidement dans la mer.

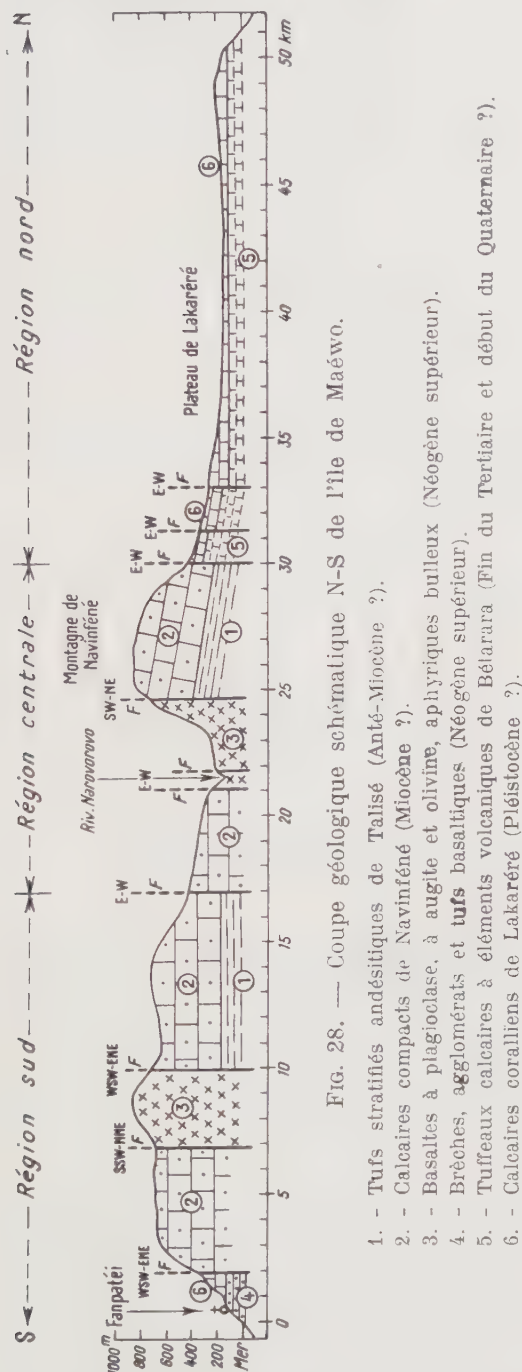


Fig. 28. — Coupe géologique schématique N-S de l'île de Maéwo.

Secteur Profond.

Dans ce secteur, il n'y a plus de roches sédimentaires (fig. 27 B) ; la majorité des affleurements est formée par des laves : des basaltes à plagioclase avec des grandes masses fissurales à structure en « pillow-lavas », des coulées à débit prismatique, des brèches et des tufs. L'ensemble culmine à 950 mètres à l'Ouest de la baie Profonde.

Secteur de Fanpatéi.

Les roches sédimentaires, et, plus particulièrement, les calcaires blancs massifs de Navinféné, reprennent de l'importance. Sur la côte ouest, on trouve de nouveau des brèches et des tufs basaltiques et dans la faille qui sépare les brèches des basaltes à plagioclase, il existe des affleurements de basaltes aphyriques bulleux. Sur la côte est, les brèches sont en partie recouvertes par des calcaires coralliens, probablement quaternaires.

Dans l'extrême Sud de l'île de Maéwo, la coupe géologique schématique S-N (fig. 27 C) présente, du Sud au Nord, les formations suivantes :

— Une falaise avec, à la base, des tufs et des agglomérats basaltiques ; au-dessus, des tufs basaltiques très grossiers, apparemment stratifiés, surmontés par des bancs de calcaires coralliens probablement quaternaires. Le contact entre les calcaires et les tufs basaltiques est en partie imprégné par des oxydes de manganèse (échantillon MA - 8 avec 43,39 % de manganèse). Cette imprégnation est probablement en relation avec la faille WNW-ESE qui est à l'origine du tracé de la côte et avec les venues tardives des basaltes aphyriques bulleux du Quaternaire ;

— Un plateau en gradins formé par des calcaires coralliens quaternaires, jusqu'à la faille NNE - SSW ;

— Un autre plateau à la côte 700 mètres, constitué par des calcaires blancs massifs de Navinféné, qui forment le centre de l'île dans l'extrémité sud.

N. B. — La pointe de la baie Tranquille est formée par des tufs basaltiques grossiers.

CONCLUSION A L'ETUDE REGIONALE

Contrairement aux découvertes faites à Pentecôte, l'île de Maéwo ne comporte pas de roches grenues. Les venues éruptives volcaniques sont à peu près les mêmes au Néogène supérieur : basaltes à plagioclase avec une structure en « pillow-lavas ». Et les formations sédimentaires du Tertiaire et du Quaternaire sont extérieurement identiques : calcaires blancs massifs au Tertiaire et calcaires coralliens au Quaternaire. Comme Pentecôte, l'île de Maéwo est formée par un horst d'exhaussement limité par des failles N-S et dans lesquelles il y a eu de nombreuses venues volcaniques au Néogène. Des failles E-W ont, de plus, coupé l'île en sections qui n'ont pas eu la même évolution géologique (fig. 28) :

— La *région nord* a eu une vocation sédimentaire à partir de la fin du Tertiaire. Il existe seulement quelques pointements de basaltes aphyriques bulleux dans les grandes failles ;

— La *région centrale* a eu une vocation sédimentaire au début du Néogène, puis volcanique ensuite ;

— La *région sud* n'est pour ainsi dire formée que par des roches volcaniques de la fin du Tertiaire entourant des vestiges des entablements calcaires du Néogène.

STRATIGRAPHIE

Dans ce chapitre, j'étudierai d'abord la succession stratigraphique des roches sédimentaires reconnues sur le terrain, puis la répartition chronologique des venues éruptives (fig. 29).

SUCCESSION STRATIGRAPHIQUE DES ROCHES SÉDIMENTAIRES

Formations actuelles.

— Alluvions des bords de mer : sables noirs, sables gris, sables coralliens, graviers, galets et blocs roulés de basaltes, tufs volcaniques et calcaires ;

— Alluvions des rivières : sables grossiers gris et galets de basaltes, tufs volcaniques et calcaires pris soit dans une terre brune, soit dans un ensemble argilo-sableux ;

— Formations coralliennes : récifs coralliens frangeants actuellement en croissance le long des côtes.

Formations subactuelles.

— Les roches d'altération : terre d'altération argileuse brune provenant de la dissolution des calcaires coralliens des plateaux de Lakaréré ; terre d'altération à évolution latéritique provenant de la dissolution des calcaires blancs massifs de Navinféné ;

— Calcaires coralliens subactuels : récifs coralliens frangeants surélevés entre deux et dix mètres, formant le soubassement des plateformes littorales importantes dans la partie nord de l'île.

Calcaires coralliens de Lakaréré (Pléistocène probable).

Ces calcaires coralliens, qui ont parfois une stratification grossière, ont une grande extension dans la région nord où ils peuvent atteindre une épaisseur de 100 mètres (Bétarara). Ils correspondent aux anciens récifs coralliens surélevés entre 10 et 450 mètres de hauteur dans le courant de l'ère quaternaire. Dans le Nord, ils reposent en concordance sur les tuffeux calcaires de Bétarara ; au contact, il existe parfois une passée de calcaire détritique sableux. Dans le Sud, ils sont directement superposés aux brèches et aux tufs basaltiques de la série volcanique du Tertiaire supérieur.

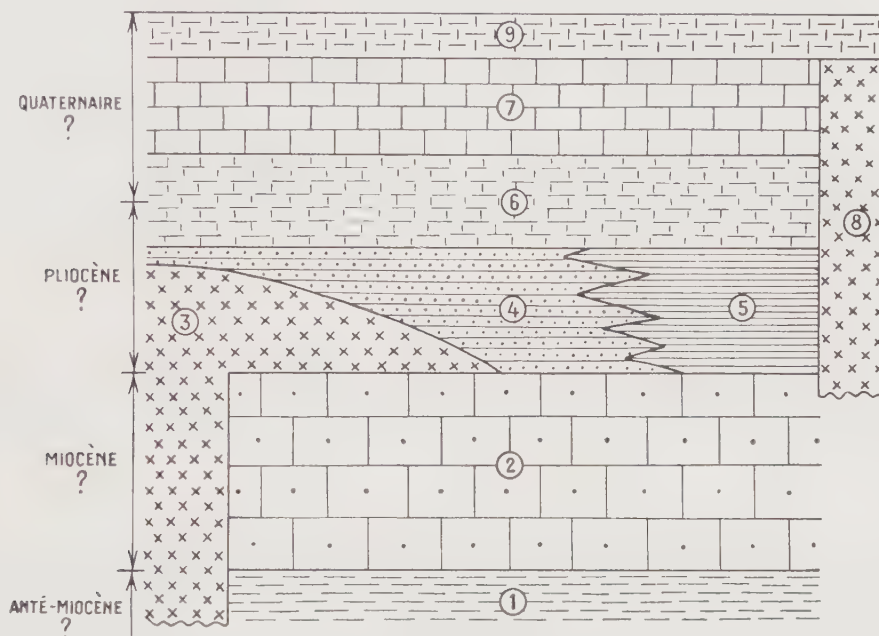


FIG. 29. — Ebauche de la succession stratigraphique et répartition chronologique des venues éruptives de l'île de Maéwo.

1. - Tufs andésitiques stratifiés de Talisé (Anté-Miocène ?).
2. - Calcaires compacts blancs de Navinféné (Miocène ?).
3. - Basaltes à plagioclases avec des structures « Pillow-lavas » du Tertiaire supérieur (Pliocène ?).
4. - Brèches basaltiques alternant parfois avec des tufs stratifiés du Tertiaire supérieur (Pliocène ?).
5. - Tufs basaltiques stratifiés de Cinémak (Pliocène ?).
6. - Tuffeux calcaires stratifiés de Bétarara (Plio-Pléistocène ?).
7. - Calcaires coralliens de Lakaréré (Pléistocène ?).
8. - Basaltes aphyriques bulleux en épanchements dans les failles (Quaternaire ?).
9. - Calcaires coralliens subactuels.

Tuffeux calcaires de Bétarara (fin du Tertiaire et début du Quaternaire probables).

Les tuffeux calcaires qui contiennent une grande proportion de matériaux volcaniques sont bien stratifiés ; ils semblent devoir être attribués à la fin du Tertiaire et au début du Quaternaire. On ne les trouve que dans la partie nord, en concordance sous les calcaires coralliens de Lakaréré ; là, ils atteignent une épaisseur de 200 mètres avec des bancs réguliers de 10 à 20 centimètres de puissance. D'après les observations faites le long de la côte est, ils semblent reposer sur les tufs basaltiques stratifiés de Cinémak.

Tufs basaltiques stratifiés de Cinémak (Pliocène probable).

Ces tufs basaltiques ne se rencontrent que le long de la côte est de la région nord. Apparemment, ils semblent former le soubassement des tuffeaux calcaires de Bétarara. En effet, dans la région nord, la tendance est à l'exhaussement le long des failles N-S en allant de l'Ouest à l'Est et le pendage des couches stratifiées est toujours vers l'Ouest (30° et plus). Le lambeau de tufs basaltiques stratifiés de Cinémak semble correspondre ainsi à la base de la partie la plus élevée du horst d'exhaussement. Ce compartiment se serait ensuite effondré par contrecoup des venues éruptives du Quaternaire (basaltes aphyriques bulleux).

Calcaires blancs massifs de Navinféné (Miocène probable).

Ces calcaires compacts peuvent atteindre une épaisseur de 600 mètres au niveau de la montagne de Navinféné. Parfois, ils sont stratifiés en bancs irréguliers de 7 à 8 mètres d'épaisseur. Ils reposent en concordance sur les tufs volcaniques de Talisé. On ne les rencontre que dans les régions centrale et sud, où ils forment une partie des plus hauts sommets. Ils contiennent parfois à leur partie supérieure des passées de calcaires tufacés de Nasawa.

Tufs andésitiques stratifiés de Talisé (Anté-Miocène probable).

Ces tufs, d'origine volcano-sédimentaire, sont parfois marneux et marno-calcaires. Bien stratifiés en bancs de faible épaisseur, ils ont été observés en concordance sous les calcaires blancs massifs de Navinféné avec des épaisseurs ne dépassant pas 30 mètres.

ADDENDUM.

Dans la région nord de l'île, on trouve la succession suivante en affleurements : calcaires coralliens, tuffeaux calcaires et tufs basaltiques. Au contraire, dans les régions centrale et sud, on ne rencontre que la série sédimentaire inférieure : calcaires blancs massifs et tufs andésitiques stratifiés ; les calcaires coralliens ne forment que des petits placages sur les flancs des anciens volcans.

RÉPARTITION CHRONOLOGIQUE DES VENUES ÉRUPTIVES

Basaltes aphyriques bulleux.

Les basaltes aphyriques forment des dykes et des masses étirées dans les failles N-S, qui limitent le horst d'exhaussement des terres émergées de l'île de Maéwo, plus particulièrement dans la région nord. Ils traversent alors la série sédimentaire, calcaires coralliens et tuffeaux, attribués en partie au Quaternaire (cascade de la rivière Lakaréré sur la côte ouest). En conséquence, ils ont été considérés comme une manifestation du volcanisme qui a affecté les Nouvelles-Hébrides dans le courant de l'ère quaternaire (le volcan d'Aoba est très proche de Maéwo).

Basaltes à augite et olivine.

Les basaltes à augite et olivine correspondent, sur le terrain, à des épanchements fissuraux importants, mis en place dans les failles E-W et N-S qui sont à l'origine de

l'exhaussement des entablements calcaires de Navinféné dans la région centrale. Ils traversent la série sédimentaire des calcaires blancs massifs de Navinféné et des tufs andésitiques stratifiés de Talisé. Dans ces mêmes failles, ils sont très voisins des basaltes à plagioclase et ils semblent devoir appartenir à la dernière phase des manifestations de la série volcanique du Tertiaire supérieur, probablement au Pliocène.

Basaltes à plagioclase.

Les basaltes à plagioclase correspondent sur le terrain à de grands épanchements fissuraux à structure en « pillow-lavas », mis en place dans les failles N-S. Ils forment également des appareils volcaniques complexes dans les régions centrale et sud. J'attribue également à cette formation volcanique les grandes épaisseurs de brèches, d'agglomérats et de tufs massifs basaltiques, qui affleurent au bord de mer dans la région sud. Ces basaltes sont considérés comme appartenant à la série volcanique du Tertiaire supérieur, qui a affecté les grandes îles de l'Archipel des Nouvelles-Hébrides, entre autres Santo, Mallicolo et Epi. En fait, ils sont rigoureusement semblables aux basaltes à plagioclase de l'île de Pentecôte (*cf.* les analyses chimiques des échantillons PE-26 et MA-19).

TECTONIQUE

Dans l'île de Maéwo, il n'existe pas de tectonique plastique, pas de glissement, ni de plissement. Le figuré actuel des terres émergées a été provoqué uniquement par une tectonique de cassures, marquée par de nombreuses fractures verticales. Ces dernières ont servi à la montée des laves et elles ont amené des effondrements, des exhaussements et même des basculements de secteurs entiers. En fait, Maéwo correspond à un horst d'exhaussement limité par des failles N-S et E-W. Elle est, dans ce sens, identique à Pentecôte.

La partie septentrionale (correspondant à la région nord) est relativement monotone avec des failles N-S et E-W limitant le horst d'exhaussement. Comme les rejets des failles sont positifs en allant de l'Ouest à l'Est, il semble que la moitié est du horst a disparu lors des manifestations volcaniques du Quaternaire. Près de la limite sud de cette partie, c'est-à-dire au pied nord de la montagne de Navinféné, le rejet des failles E-W est positif en allant vers le Sud et l'altitude monte rapidement avant le passage de la faille de Cinémak qui fait apparaître les calcaires de Navinféné, considérés comme néogènes.

La partie méridionale (correspondant aux régions centrale et sud) a une tectonique de cassures plus violente ; les failles sont innombrables et une grande partie d'entre elles ont été envahies par les épanchements basaltiques probablement pliocènes. Les failles N-S et E-W sont responsables du modelé du relief dans la région centrale et dans le Nord de la région sud. A l'extrême Sud, ce sont des failles importantes SSW-NNE et SSE-NNW qui sont à l'origine du tracé des côtes.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE

Première période : *ANTÉ-MIOCÈNE PROBABLE*

Les éruptions volcaniques andésitiques soit sous-marines, soit aériennes, ont émis de grandes quantités de matériaux pyroclastiques. A la suite d'une subsidence, ces derniers, repris par la sédimentation marine, ont donné les tufs andésitiques stratifiés de Talisé. Les massifs éruptifs se trouvaient dans des zones relativement éloignées de Maéwo, car le matériel volcanique des tufs de Talisé est très fin. En fait, dans la région centrale de Maéwo, les tufs de Talisé ne sont visibles qu'à leur partie supérieure, au voisinage du changement de faciès (passage de la sédimentation détritique marno-calcaire à la sédimentation calcaire).

Deuxième période : *MIOCÈNE PROBABLE*

La subsidence se poursuit et un changement de faciès intervient. Il est suivi par le dépôt d'une puissante formation de calcaires blancs massifs de Navinféné (600 mètres d'épaisseur). Vers la fin de cette période, il y a eu des passages latéraux des calcaires blancs massifs de Navinféné aux calcaires tufacés de Nasawa. Ces changements ont été particulièrement importants dans la haute vallée de la rivière Nasawa.

Troisième période : *PLIOCÈNE PROBABLE*

La subsidence cesse et les mouvements d'exhaussement qui ont suivi sont marqués par une très forte activité volcanique dans la partie sud de Maéwo. Au début, de puissants épanchements de basaltes à plagioclase ont emprunté des failles E-W et deux appareils volcaniques complexes se sont formés l'un dans la région centrale (850 mètres) et l'autre dans la région sud (1.000 mètres). Comme contrecoup de ces éruptions, les entablements calcaires de Navinféné ont subi des mouvements ascendants considérables, qui les ont amenés au voisinage du niveau de la mer. Vers le milieu de la période, une nouvelle poussée profonde a provoqué l'émergence des entablements calcaires et des basaltes à plagioclase ont envahi, sous forme d'épanchements fissuraux à structure en « pillow-lavas », les failles N-S limitant le horst d'exhaussement des terres émergées à cette époque. La dernière manifestation volcanique de cette période a été l'intrusion des basaltes à augite et olivine dans les failles E-W et N-S au cours de l'exhaussement important de la montagne de Navinféné. Dans la partie nord, des dépôts de tufs basaltiques, bien stratifiés se sont formés avec les matériaux arrachés aux volcans basaltiques.

La fin de la période a été marquée, dans la partie nord, par une subsidence permettant la sédimentation des tuffeaux calcaires à éléments volcaniques de Bétarara. La subsidence a également affecté la partie sud et des récifs coralliens ont commencé à se former au voisinage des bords de mer.

Quatrième période : *PLÉISTOCÈNE PROBABLE*

Au début de cette période, la sédimentation des tuffeaux calcaires à éléments volcaniques de Bétarara se poursuit dans la partie nord, qui s'enfoncé lentement le long de la faille E-W de Cinémak. Dans la partie sud, les récifs coralliens se développent sur les contreforts du grand volcan (1.000 mètres) et donnent des placages de calcaires coralliens qui se trouvent actuellement à des cotes variant de 200 à 450 mètres.

Vers le milieu de la période, un changement de faciès est intervenu : on est passé de la sédimentation détritique marno-calcaire à la sédimentation calcaire ; ceci uniquement dans la partie nord où des calcaires coralliens recouvrent en concordance les tuffeaux calcaires (calcaires coralliens de Lakaréré). Dans la partie sud, les récifs coralliens continuent leur croissance sur les flancs du volcan recouvert par la transgression.

A la fin de cette période, probablement au Pléistocène supérieur, une phase d'activité intense a amené l'île à sa configuration actuelle : exhaussement le long de failles N-S avec des intrusions de basaltes aphyriques bulleux dans la partie nord et exhaussement de 3 à 400 mètres de hauteur dans la partie sud avec également des intrusions de basaltes aphyriques. La région centrale n'a pas suivi les mouvements ascendants et elle est restée à son altitude de l'époque.

Dernière période : *SUBACTUEL ET ACTUEL*

L'érosion démantèle petit à petit les terres émergées, mais les calcaires recouverts d'une épaisse couche de terre d'altération à évolution latéritique protègent les formations volcano-sédimentaires et les tuffeaux calcaires à éléments volcaniques, eux beaucoup plus sensibles aux agents érosifs. Les laves, surtout celles ayant la structure en « pillow-lavas », s'altèrent difficilement et c'est pourquoi la région sud de Maéwo forme un massif montagneux imposant et peu découpé par les rivières. Les coraux se développent le long des côtes et donnent des plateformes sous-marines peu profondes.

Dans la région nord, les mouvements ascendants se sont poursuivis au cours de cette dernière période. Le dernier mouvement visible a été, au Nord de Narovorovo sur la côte ouest et au Nord de Cinémak sur la côte est, un mouvement ascendant entre 5 et 10 mètres de hauteur, qui a provoqué l'exhaussement des récifs frangeants formant maintenant les soubassements des plateformes littorales. Ce mouvement a été précédé d'une assez longue période stable afin de permettre le développement des récifs frangeants.

Dans la région sud, les derniers mouvements ascendants paraissent être irréguliers et très localisés. En effet, la plateforme littorale correspondant aux anciens récifs frangeants surélevés est souvent inexistante ; ailleurs, elle est étroite et irrégulière. Au Sud de Nagoro, il existe dans les falaises en tufs basaltiques massifs des grottes actuellement à 4 mètres au-dessus du niveau de la marée haute. Ces grottes contiennent des bois flottés et elles semblent bien marquer un ancien niveau de la mer. Il est probable que les terres émergées au Sud de la grande faille E-W de Nasawa (Creek « DB ») subissent actuellement des mouvements ascendants de faible amplitude. Cette région est d'ailleurs très voisine du volcan subactuel d'Aoba.

CINQUIÈME PARTIE

ILE DE SANTO

GÉNÉRALITÉS

GEOGRAPHIE PHYSIQUE

L'île de Espiritu Santo (Pl. D), appelée couramment Santo, a été nommée ainsi par l'expédition de Pedro Fernandez de Queiroz, le 1^{er} mai 1606. Au début du siècle, elle a également porté le nom de Marina. Elle est située entre les méridiens 166° 30' et 167° 15' de longitude Est de Greenwich et entre les parallèles 14° 35' et 15° 50' de latitude Sud. L'agglomération de Luganville au bord du Canal du Second se trouve à l'embouchure de la rivière Sarakata par 167° 8' 7" de longitude Est de Greenwich et 15° 30' 32" de latitude Sud. Un grand nombre d'îles et d'îlots entourent la « Grande Terre », le long des côtes est et sud :

- Les îlots Sakao, Dauphin, Eléphant, Pilote, Pilotin, Maréa, Aissé à l'Est ;
- Les îles Tutuba, Aoré et Malo au Sud-Est ;
- Les îlots Tongoa, Utilapa, Elia et Araki au Sud.

L'île de Santo est la plus grande de l'Archipel des Nouvelles-Hébrides. Avec 145 kilomètres du Nord au Sud et 65 kilomètres d'Ouest en Est, la « Grande Terre » couvre une surface de 3.677 kilomètres carrés et avec les dépendances l'ensemble dépasse 4.300 kilomètres carrés. Sa forme est particulière : dans le Sud, une grande masse de forme presque carrée et dans le Nord, deux presqu'îles limitant à l'Est et à l'Ouest la grande baie de Saint-Philippe et Saint-Jacques, appelée couramment « Big-Bay ».

Le *relief* est imposant ; les plus hauts sommets de l'archipel forment une arête continue du Nord au Sud dans la partie ouest, du Cap Cumberland au Cap Sud. Le point culminant est le Mont Tabouémasana avec 1.811 mètres ; vient ensuite le Pic Santo, appelé encore Mont Lairiri avec 1.652 mètres. La partie est est plus monotone avec d'immenses plateaux découpés par des vallées profondes. La cote moyenne se tient autour de 300 mètres. Certaines parties sont plus élevées comme la Montagne de la Table avec 315 mètres, le Mont Papataï, pain de sucre remarquable avec 546 mètres, et les montagnes enserrant la rivière Renée avec 626 mètres.

Avec le relief très accentué et la grande dimension des terres émergées, Santo comporte les plus grandes *rivières* de l'archipel. Le château d'eau est formé par le grand massif du Pic Santo d'où partent les rivières suivantes :

— La rivière Jourdain, avec un bassin de réception de plus de 400 kilomètres carrés, se jette dans le fond de « Big-Bay » ; ses affluents principaux sont les rivières Laampé et Vatépoussa ;

— Les rivières Navaka et Wailapa coulent vers le Sud et se jettent respectivement dans les baies de Navaka et de Tasmaloun.

— Les rivières Boubho et Kéréwai coulent vers le Sud-Ouest et se jettent le long de la côte ouest.

Une exception doit être faite pour la rivière Sarakata qui draine les plateaux de la partie est avec un bassin de plus de 300 kilomètres carrés. Elle se jette dans le canal du Segond, bras de mer situé entre la « Grande Terre » et l'île Aoré.

Dans la presqu'île du Cap Cumberland, le relief est très fort et les rivières prennent leurs sources au pied de l'arête dorsale continue dont l'altitude varie de 1.000 à 1.400 mètres. Elles coulent d'Ouest en Est sur la côte est et d'Est en Ouest sur la côte ouest. Il n'existe pas de grandes rivières.

En général, les vallées de la zone montagneuse (partie ouest) sont très encaissées ; les rivières ont presque toutes atteint leur profil d'équilibre et on ne trouve des ressauts et des cascades que dans les hautes vallées.

Le *climat* est celui de tout l'archipel : chaud, humide et pluvieux. Par suite de la présence d'une grande surface de terres émergées et de l'abondance de la végétation, la température moyenne et l'humidité sont plus élevées que dans les autres îles. Les pluies sont très abondantes (entre deux et trois mètres de précipitations) et les plateaux de la partie est, ainsi que les flancs orientaux de l'arête dorsale de la partie ouest, sont bien arrosés. Au contraire, les flancs occidentaux reçoivent beaucoup moins d'eau et la forêt fait place à la savane à plantes épineuses.

Les alizés du Sud-Est sont dominants et il n'existe des vents des secteurs W et S-E que pendant les mois chauds de l'été austral.

La *végétation* est encore plus exubérante qu'ailleurs et une brousse épaisse recouvre presque toute la surface de l'île. Comme il a été dit plus haut, des étendues de savanes appelées localement « white grass » recouvrent les gradins de la côte ouest. La forêt primaire, composée de grands arbres au port majestueux, se retrouve encore en quelques endroits sur les plateaux de la partie est. Ailleurs, et plus particulièrement sur les anciens terrains de culture des Autochtones, elle a été remplacée par une forêt touffue avec de petits arbres enchevêtrés (bouraos) et de nombreuses lianes (rotins).

Les *côtes* de l'île sont, malgré leur étendue, très inhospitalières : « Big-Bay », la presqu'île du Cap Cumberland, la côte ouest et une partie de la côte sud ne comportent aucun mouillage de qualité. Les débarquements le long de ces côtes posent des problèmes souvent insolubles. Tout est fonction de la direction du vent et de celle de la houle. Au Sud, deux mouillages permettent de débarquer par tous les temps : la baie de Tasmaloun derrière la Pointe Powel et le refuge de la Plantation Stevens en arrière de l'îlot Vénui.

Au contraire, le long de la côte est plus découpée, il existe quelques mouillages de bonne qualité :

— Le canal du Segond, entre la « Grande Terre » et l'île Aoré, est une des plus belles rades des Nouvelles-Hébrides ;

— La rade de Palikolo, la baie de Surrenda et la baie des Tortues jalonnent la côte est à l'abri des îles Aissé et Maréa ;

— La baie des Requins ou « Shark Bay » est protégée par l'îlot Pilote ;

— La rade de « Hog Harbour » est à l'abri de la Pointe Sugmar et de l'îlot Eléphant ;

— La rade de Port-Olry, excellente pour les petits bateaux, est protégée par l'îlot Dauphin.

GEOGRAPHIE HUMAINE ET ECONOMIQUE

Dans l'intérieur de l'île, il demeure une *population* autochtone relativement importante autour du Pic Santo. Les indigènes n'ont pour ainsi dire aucun contact avec les habitants de la côte et les Européens. Ce peuple de cultivateurs est resté très primitif au sens européen du mot. L'habitat est simple : une toiture en feuilles de sagoutiers, posée à même le sol sans murs latéraux. Les vêtements et les ustensiles ménagers sont inexistantes ; ils utilisent les feuilles pour se vêtir et les pierres chaudes pour faire cuire leurs aliments. En dehors du tabac, des allumettes et des outils coupants en fer (haches, couteaux à débrousser), ils n'ont aucun besoin et ils n'effectuent, pour le moment, aucun travail donnant des produits pour la vente. De tout temps, ces indigènes sont restés imperméables à toute pénétration des missions presbytériennes ou catholiques. D'après les observations faites au cours des expéditions effectuées dans la montagne, les Autochtones appelés localement « Manbush » semblent former un groupe de 2 000 à 2 500 individus.

Le long des côtes et en des points fixés par les missions presbytériennes et catholiques, des anciens habitants de la montagne sont venus s'installer et former des villages actuellement florissants. Ces petites agglomérations comprennent de 1 500 à 2 000 habitants.

Les Européens se sont installés le long du Canal du Segond où ils ont formé une succession de petites agglomérations qui s'étendent sur plus de dix kilomètres. La plupart d'entre eux sont commerçants ou planteurs ; il existe peu de fonctionnaires : un Délégué britannique, un Délégué français, deux gendarmes, un postier, des médecins à l'Hôpital français et des employés au Service des Travaux Publics. Le nombre des Européens est voisin de 800.

Depuis quelques temps, des Vietnamiens et des Wallysiens ont été importés pour servir sur les plantations. Ils sont actuellement environ un millier.

Les *plantations* européennes s'étendent le long du Canal du Segond, autour de l'agglomération de Luganville et, de l'autre côté du Canal, sur l'île Aoré ; le long de la côte sud, depuis le Cap Lisburn jusqu'au Canal du Segond où il y a des planteurs anglais : Lewis à Kérénavura au Cap Sud ; Stevens à Tasmaloun et Vénui, etc... ; et le long de la côte est, chaque fois qu'il existe une rade suffisamment bien abritée pour permettre le mouillage permanent d'un bateau : baie des Requins, Hog Harbour et Port-Olry.

Pendant la dernière guerre, les troupes américaines ont fourni un gros travail sur Santo. Elles ont laissé, entre autres, un excellent *terrain d'aviation* en agglomérés goudronnés et un *réseau routier* important. Malgré le peu d'entretien, ces routes permettent actuellement d'aller :

— du Canal du Segond à l'îlot Vénui en suivant la côte ;

— du Canal à la baie des Tortues en suivant la côte ou en coupant à travers le plateau de la Sarakata ;

— du Canal aux abords du village de Bélirou en traversant le grand terrain d'aviation ;

— du Canal à la moyenne vallée de la rivière Sarakata sur le plateau de la Sarakata, appelé également Plateau aux Munitions.

Grâce au terrain d'aviation, l'agglomération de Luganville, appelée localement « Le Canal », est reliée deux fois par semaine avec Port-Vila et Nouméa, par les avions de la Compagnie T. A. I. Les cargos et les paquebots de la Compagnie des Messageries Maritimes viennent, deux à trois fois par an, toucher « Le Canal » pour charger du coprah.

Les *ressources* de l'île sont uniquement constituées par les produits de l'agriculture : coprah, cacao et café. Avec la baisse continue sur le prix de vente du coprah, l'activité économique est de plus en plus réduite.

DIVISIONS REGIONALES

Pour l'île de Santo, il existe actuellement une carte schématique au 1/500.000^e publiée par l'Institut Géographique National aux Editions Maritimes et Coloniales, une carte également schématique au 1/100.000^e réalisée, en 1911, par une mission militaire française et une carte marine qui ne donne que le contour des côtes. Pendant la guerre, les Américains ont effectué des photographies aériennes, mais ils n'ont pas couvert toute l'île en photographies verticales. La collection des photographies se trouvent actuellement dans la photothèque de l'Institut Géographique National à Paris.

Pour les reconnaissances, j'ai surtout utilisé la carte au 1/100.000^e déposée au Service Topographique du Condominium, à Port-Vila. J'ai fait appel également aux photographies aériennes américaines pour les fonds hydrographiques au 1/20.000^e et au 1/30.000^e. Les photographies aériennes publiées dans cette partie ont été généreusement fournies par l'Institut Géographique National. Dans la région montagneuse du Pic Santo, il a fallu effectuer des relèvements à la boussole pour réaliser un fond hydrographique au 1/50.000^e, après interprétation des photographies aériennes obliques.

Pour faciliter le travail géologique, l'île a été divisée en deux parties : la Partie est et la Partie ouest. Chacune comporte deux régions et chaque région comprend un certain nombre de secteurs correspondant généralement aux bassins des rivières, seules voies de pénétration permettant des observations géologiques.

— PARTIE OUEST.

Région de la Navaka.

Secteurs côtiers vers « Big-Bay » :

- *Rivière Tavoli*
- *Rivière Apouna*
- *Secteur « Big-Bay », correspondant à basse vallée de la rivière Joudain.*

Secteurs intérieurs :

- *Secteur Jourdain, correspondant à la haute vallée de la rivière Jourdain ;*
- *Rivière Laampé.*

Secteurs côtiers vers le Sud :

- *Rivière Atsonné*
- *Rivière Wailapa*
- *Rivières Bayalo et Nassoulé*
- *Rivière Navaka.*

Secteurs côtiers vers l'Ouest :

- *Rivière Boubho*
- *Rivières Kéréwai et Fario*
- *Rivière Saoury*
- *Secteur Woussy*
- *Rivière Pouélapa*
- *Rivière Paé.*

Région du Cap-Cumberland.

Secteurs côtiers vers l'Est :

- *Rivières Poulouma et Baloupa*
- *Rivières Matsoua et Ovara*

Secteurs côtiers vers l'Ouest :

- *Rivières Pélapa et Ouméa*
- *Rivières Pélouvou et Oraw*

— *Rivières Pialapa et Piaméou*
 — *Rivières Piamaté et Pialouloupou*
 — *Rivières Piamatsina et Pialalao*
 — *Rivière Pétsalili*
 — *Rivière Pélolava*
 — *Rivière Ylava*
 — *Rivière Itai.*

— *Rivières Wosariki et Pouélapa*
 — *Rivières Pétéao et Pélowou*
 — *Rivières Pénhorou, Pépéta et Pétéwata*
 — *Rivières Namoli et Nampéko*
 — *Rivières Pohorou et Pouspier*
 — *Rivière Wounpoko*
 — *Rivière Wounpouklov.*

— PARTIE EST.

Région du Canal.

— *Secteur Vénui*, correspondant au bassin de la rivière Naoné et aux plateaux boisés en arrière de Vénui.

— *Secteur Sarakata*, correspondant au bassin de la rivière Sarakata et aux plateaux boisés en arrière de la côte entre le Canal et la Baie des Tortues.

Région du Cap-Queiroz.

— *Secteur « Shark-Bay »*, correspondant aux Plateaux de Boutnas et de Zingora.

— *Secteur « Port-Olry »*, correspondant au Plateau de Walraoul.

— *Secteur Queiroz*, correspondant à la partie Nord de la presqu'île.

Au cours des expéditions que j'ai effectuées dans l'île de Santo, je n'ai pu en visiter toute la surface. J'ai reconnu plus particulièrement la région de la Navaka et celle du Cap-Queiroz. La partie sud de la région du Cap-Cumberland a également pu être étudiée en détail. Tout le reste de l'île a été à peine parcouru et la carte géologique schématique au 1/200.000^e publiée dans ce mémoire (Pl. D) a été complétée par l'étude des photographies aériennes verticales et obliques de la collection américaine, plus particulièrement pour la région du Cap-Cumberland. Il reste, malgré tout, un doute sur la nature géologique du sous-sol dans les bassins des rivières Renée, Atsonné et Tanfagora de la région du Canal et dans les îles Aoré et Malo ; ces dernières n'ont d'ailleurs pas été cartographiées.

ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE

Après les études faites sur le terrain (Pl. D) et les déterminations effectuées au laboratoire, les roches de l'île de Santo ont été classées en six catégories. Chacune d'entre elles a reçu un nom qui correspond en principe au lieu-dit, village, vallée ou montagne, où les formations définies sont les plus caractéristiques. Ces catégories sont les suivantes :

— Les *roches volcaniques andésitiques de Napérol* avec des pointements, des dykes, des brèches et des tufs (Anté-Miocène et Miocène inférieur) ;

— Les *roches grenues de Patounaky*, intrusives, avec des diorites et des faciès de bordure représentés surtout par des gabbros (Miocène supérieur probable) ;

— Les *roches de contact de Napataura* avec des formations microgrenues (microgabbros) et des formations microlitiques (cornes vertes) au contact des roches grenues avec les roches encaissantes très diverses : calcaires, andésites et tufs andésitiques ;

— Les *roches volcaniques de Bayalo* avec des formations d'abord andésitiques, puis basaltiques, représentées par des pointements, des coulées, des dykes, des filons, des brèches, des agglomérats et des tufs (Pliocène probable) ;

— Les *roches volcano-sédimentaires* du Tertiaire avec la série de Navaka comprenant des tufs verts, la série de Tasériki avec des tufs andésitiques stratifiés et la série de Wailapa avec des tufs andésitiques et basaltiques stratifiés ;

— Les *roches sédimentaires proprement dites* du Tertiaire et du Quaternaire avec les calcaires compacts de Mataï, les tuffeaux calcaires de Pialapa, les calcaires coralliens de Papataï, les formations coralliennes subactuelles de Luganville, les récifs coralliens actuels, les alluvions anciennes et récentes et les terres d'altération.

FORMATIONS VOLCANIQUES DE NAPEROL

Ces roches sont particulièrement bien représentées dans la vallée de la Navaka autour du village de Napérol où elles forment une partie du soubassement du Pic Santo (1.652 mètres), avec des pointements importants et des dykes d'andésites tantôt à hypersthène, tantôt à hornblende, presque toujours entourés par des grandes épaisseurs de brèches andésitiques. Ces émissions de laves sont à l'origine de la formation d'une série volcano-sédimentaire de tufs andésitiques stratifiés qui seront étudiés dans le paragraphe des roches volcano-sédimentaires.

Andésites à hypersthène et hornblende verte.

Ces laves ont été étudiées en place dans les hautes vallées des rivières Navaka et Jourdain où elles constituent un gros pointement entouré d'une puissante formation de brèches andésitiques. Elles ont également été examinées dans la moyenne vallée de la rivière Boubho où elles forment des petits dykes au sein des tufs andésitiques. Un échantillon provenant de ces dykes a été étudié autrefois par D. Mawson.

Au laboratoire, j'ai examiné trois échantillons en lames minces : SA-105 et SA-1 - II, provenant de la rivière Navaka, et SA-137, de la rivière Jourdain. Ces échantillons ont été ramassés en place à l'affleurement à l'exception de SA-1 - II qui provient des alluvions de la vallée moyenne de la Navaka. A. Lacroix a également étudié un échantillon ramassé par E. Aubert de la Rüe dans les alluvions de la rivière Renée.

— ANDÉSITE A HYPERSTHÈNE ET HORNBLÈNDE (Echantillon SA-105).

Cette roche affleure dans le fond de la moyenne vallée de la rivière Navaka au droit du village de Napérol, sur la rive droite.

Caractères macroscopiques. — La roche est homogène, dure, tenace, de couleur intermédiaire dans les gris clairs. Apparemment, elle est cristalline avec des microphénocristaux de feldspaths.

Caractères microscopiques. — Holocristalline, la texture est microlitique avec deux temps de cristallisation : 40 % de phénocristaux comprenant uniquement des feldspaths et 60 % de microlites de feldspaths, pyroxène et amphibole. Les minéraux présents se répartissent approximativement de la façon suivante :

	<i>Phénocristaux</i>	<i>Microlites</i>	<i>Total</i>
Plagioclases (Ab_2An_3 , labrador)	40 %	30 %	70 %
Pyroxène (hypersthène)	—	5 %	5 %
Amphibole (hornblende verte)	—	10 %	10 %
Mineral (magnétite) et apatite	—	15 %	15 %

Les feldspaths plagioclases ne sont pas zonés ; leurs phénocristaux forment de larges baguettes ne contenant qu'un seul cristal (Pl. XIII, fig. 1) aux macles larges et irrégulières. D'après l'angle maximum d'extinction des sections perpendiculaires à g^1 (36°), les plagioclases se rattachent au labrador Ab_2An_3 . L'amphibole, hornblende verte assez pléochroïque, ne se trouve que dans la pâte où elle forme une masse finement cristallisée avec des baguettes de feldspaths et des grains de magnétite et d'apatite.

L'ordre de cristallisation est le suivant : 1^{er} temps : feldspaths ; 2^e temps : magnétite, apatite, pyroxène, feldspaths et hornblende.

— ANDÉSITE A HYPERSTHÈNE ET HORNBLLENDE (Echantillon SA-1 - II).

Cet échantillon provient des alluvions de la vallée moyenne de la rivière Navaka, à un kilomètre au Sud du village de Napérol.

Caractères macroscopiques. — La roche est homogène, dure, tenace et mésocrate, avec des cristaux de feldspaths bien visibles à l'œil nu.

Caractères microscopiques. — Holocristalline. la texture est microlitique avec deux temps de cristallisation : 50 % de phénocristaux de feldspaths, pyroxène et amphibole et 50 % de microlites des mêmes minéraux. Les constituants se répartissent approximativement de la façon suivante :

	<i>Phénocristaux</i>	<i>Microlites</i>	<i>Total</i>
Plagioclases (Ab_2An_3 , labrador)	30 %	30 %	60 %
Pyroxène (hypersthène)	2 %	—	2 %
Amphibole (hornblende verte)	18 %	5 %	23 %
Mineral (magnétite) et apatite	—	15 %	15 %

Les feldspaths, des plagioclases, ne sont pas zonés. Ils forment des baguettes larges et isolées. D'après l'angle d'extinction maximum des sections de la zone perpendiculaire à g^1 , ici de 37° , ils se rattachent au labrador. Le pyroxène, de l'hypersthène, a un léger pléochroïsme : vert moyen, jaune brun clair et jaune rosé clair. Il est caractérisé par son extinction droite. Il forme des grands cristaux aux bords arrondis en partie transformés en chlorites et hornblende verte. Dans la pâte cristallisée, la magnétite est très abondante sous forme de grains.

L'ordre de cristallisation est le suivant : — 1^{er} temps : feldspaths, pyroxène, amphibole ; — 2^e temps : magnétite, apatite, pyroxène, feldspaths et amphibole.

— ANDÉSITE A HYPERSTHÈNE ET AUGITE (Echantillon SA-137).

La roche affleure sous les calcaires de Mataï dans la haute vallée de la rivière Jourdain, au droit du village de Bilibili, sur la rive droite.

Caractères macroscopiques. — A l'affleurement, la roche semble stratifiée en bancs de un à trois mètres d'épaisseur (pendage 30° NE) ; elle a une couleur verte assez foncée et, à l'œil nu, il est difficile d'y voir des cristaux. Très dure et très tenace, elle résiste au coup de marteau. Sa poussière est légèrement verte.

Caractères microscopiques. — La roche est holocristalline, à texture microlitique, avec deux temps de cristallisation : 50 % de phénocristaux de feldspaths et pyroxènes et 50 % de microlites des mêmes minéraux. Les constituants se répartissent approximativement de la façon suivante :

	<i>Phénocristaux</i>	<i>Microlites</i>	<i>Total</i>
Plagioclases (Ab ₂ An ₃ , labrador)	20 %	40 %	60 %
Pyroxène monoclinique (augite)	2 %	3 %	5 %
Pyroxène orthorhombique (hypersthène)	10 %	—	10 %
Minéraux d'altération (zoïsite, épidote, calcite)	18 %	5 %	23 %
Minéral (magnétite) et apatite	—	2 %	2 %

Les feldspaths ne sont pas zonés. Ils forment des baguettes maclées largement, mais irrégulièrement. D'après l'angle d'extinction des sections de la zone perpendiculaire à g^1 , ici de 37°, ces plagioclases se rattachent au labrador. Le pyroxène orthorhombique est de l'hypersthène caractérisé par son extinction droite et son pléochroïsme : vert moyen, brun clair et jaune rosé (Pl. XIII, fig. 2). Le pyroxène monoclinique est représenté par de l'augite qui forme un ou deux grands phénocristaux (angle d'extinction : 45°). Il existe également des grands cristaux altérés en zoïsite, clinozoïsite, épidote et calcite, résultant probablement de l'altération des pyroxènes.

— ANDÉSITE A HORNBLÉNDE ET AUGITE (Echantillon SA-429 - I).

Cet échantillon a été récolté en place dans le bassin moyen de la rivière Pohorou, à deux cents mètres en aval du premier affluent de la rive gauche.

Caractères macroscopiques. — L'échantillon est mésocrate dans les gris et gris vert. Il contient des petits cristaux d'éléments colorés visibles à l'œil nu. Tenace et très dur, sa cassure est très irrégulière.

Caractères microscopiques. — La roche est holocristalline à texture microlitique, avec deux temps de cristallisation : 30 % de phénocristaux de feldspaths, amphibole et pyroxène et 70 % d'une pâte très finement cristallisée. Les minéraux présents se répartissent approximativement de la façon suivante :

	<i>Phénocristaux</i>	<i>Microlites</i>	<i>Total</i>
Plagioclases	15 %	50 %	65 %
Pyroxène (augite)	10 %	10 %	20 %
Amphibole (hornblende verte)	5 %	—	5 %
Minéraux (magnétite et pyrite)	—	10 %	10 %

Les phénocristaux de feldspaths sont dispersés et, dans la lame mince, ils ne sont représentés que par quelques cristaux allongés avec des macles larges et irrégulières. Certains d'entre eux sont zonés, ils ont alors une forme plus arrondie. Les plagioclases n'ont

Composition chimique	D. Mn	A. Lx	SA-117
SiO ₂	60,96	67,68	52,08
Al ₂ O ₃	16,92	15,87	19,77
Fe ₂ O ₃	3,87	1,58	3,19
FeO	2,61	2,04	4,74
MnO	—	0,04	0,17
MgO	0,95	0,57	4,32
CaO	6,35	4,82	8,58
Na ₂ O	3,01	4,11	2,38
K ₂ O	3,40	1,50	0,59
TiO ₂	0,50	0,78	0,70
P ₂ O ₅	0,25	0,16	0,13
CO ₂	0,10	—	—
Cr ₂ O ₃	0,25	—	—
H ₂ O 105°	0,18	0,31	0,28
H ₂ O combinée	1,03	0,69	1,44
Perte au feu	—	—	1,07
<i>Total</i>	99,87	100,15	99,44

Composition virtuelle	D. Mn	A. Lx	SA-117
Quartz	17,94	27,42	9,42
Orthose	20,02	8,90	3,34
Albite	25,15	34,58	19,91
Anorthite	21,90	20,57	41,70
Diopside	—	—	—
Hypersthène	6,09	3,50	15,97
Magnétite	5,57	2,32	4,41
Ilménite	0,91	1,52	1,37
Apatite	1,01	0,34	0,34
An %	47	37	68
Σ b	13,6	7,7	22,04

Paramètres C. I. P. W. - Lacroix :

D. Mn - Andésite à hornblende : I (II) . 4 . 3 . 3' . [3 . 1 . 2 (3) . 3 (4) .]

A. Lx - Dacitoïde à hornblende : I' . 4 . 3 . 4 . [3 . 1 . 2 . '4 .]

SA-117. - Andésite à hornblende et chlorites transformée au contact des roches grenues : II . 4 (5) . 4 . 4 (5) . [2 . 1 . 1 . 2 (3) .]

TABLEAU XI. — Compositions réelles et virtuelles d'andésites à hornblende de Napérol (île de Santo).

pu être déterminés par suite de leur degré d'altération ; on note de nombreuses craquelures et leur envahissement par de la silice (?) (labrador ou andésine ?). L'augite a des formes automorphes et elle n'est pas maclée. L'amphibole, de la hornblende verte, jaune vert clair à vert foncé, a un angle d'extinction pour les sections allongées voisin de 15°.

Elle n'existe qu'en phénocristaux. Les minerais sont très dispersés dans toute la lame mince et ils sont représentés par de la magnétite et de la pyrite.

Des filonnets de quartz parcourent la roche et le deuxième temps de cristallisation est assez fin.

— ANDÉSITE A HORNBLÉNDE (D. Mawson).

Dans sa publication (1905, p. 459), D. Mawson décrit un échantillon provenant de la rivière Malikoliko. Il a été pris sur un dyke traversant les tufs andésitiques de Tasérik (Miocène inférieur).

Caractères macroscopiques. — La couleur est grise, la cassure inégale et la structure cristalline avec des cristaux de feldspaths et de hornblende visibles à l'œil nu.

Caractères microscopiques. — La roche est cristalline, à texture microlitique, avec deux temps de cristallisation. Le résidu de verre est important et les cristaux ont des dimensions de l'ordre du demi-millimètre. Les minéraux présents et le verre se répartissent approximativement comme suit :

Plagioclases ($Ab_3 An_2$ à $Ab_1 An_1$, labrador acide)	30 %
Hornblende	7 %
Pyroxène incolore	2,5 %
Magnétite (grains fins) et apatite	2,5 %
Verre	58 %

Les feldspaths sont zonés avec du labrador acide au centre ($Ab_1 An_1$) et de l'andésine ($Ab_3 An_2$) à l'extérieur. La hornblende est idiomorphique avec de petits cristaux. Elle a une extinction de 11° et présente un fort pléochroïsme (jaune vert foncé, vert jaune et jaune clair). La magnétite forme des grains de petite taille disséminés dans la pâte.

PLANCHE XIII

MICROPHOTOGRAPHIES DE ROCHES ANDESITIQUES ET DIORITIQUES DE L'ILE DE SANTO

FIG. 1. — Andésite à hypersthène et hornblende (aspect général de la roche).

Phénocristaux de labrador non zonés et pâte à microlites feldspathiques et à grains d'augite, hypersthène, hornblende verte et magnétite.

Echantillon SA-105 ; moyenne vallée de la rivière Navaka. *Lumière polarisée*, $\times 60$.

FIG. 2. — Phénocristal d'hypersthène dans une andésite à augite et hypersthène.

Phénocristal d'hypersthène à angles arrondis, avec clivages caractéristiques.

Echantillon SA-137 ; haute vallée de la rivière Jourdain. *Lumière naturelle*, $\times 60$.

FIG. 3. — Diorite à hornblende (aspect général de la roche).

Texture grenue. La microphotographie ne montre que des éléments blancs : un peu de quartz en plages claires (partie inférieure droite), andésine en baguettes maclées (au centre), feldspath non maclé (orthoclase ?) (coin supérieur droit).

Echantillon SA-142 - II ; galet des alluvions de la haute vallée de la rivière Navaka. *Lumière polarisée*, $\times 60$.

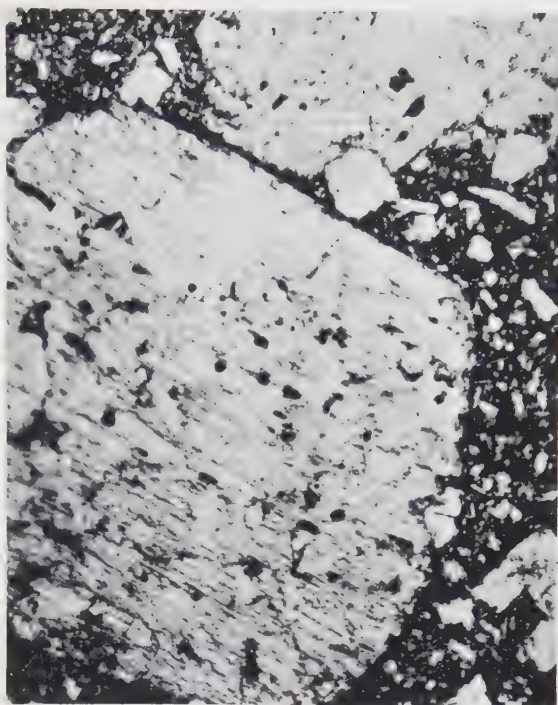
FIG. 4. — Diorite à hornblende (association andésine - hornblende commune).

Grand cristal de hornblende commune (en gris noir) englobant des glomérules en croix et des baguettes d'andésine (en clair). Magnétite, pyrite et biotite (en noir, à droite).

Echantillon SA-142 - II ; galet des alluvions de la haute vallée de la rivière Navaka. *Lumière naturelle*, $\times 60$.



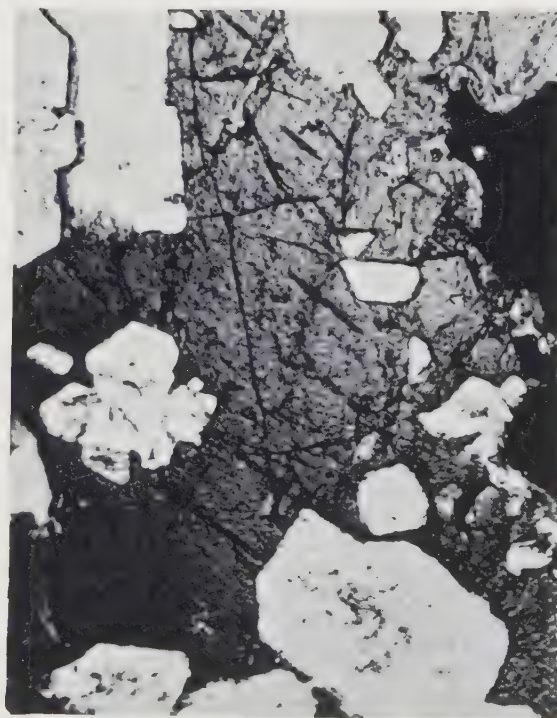
1



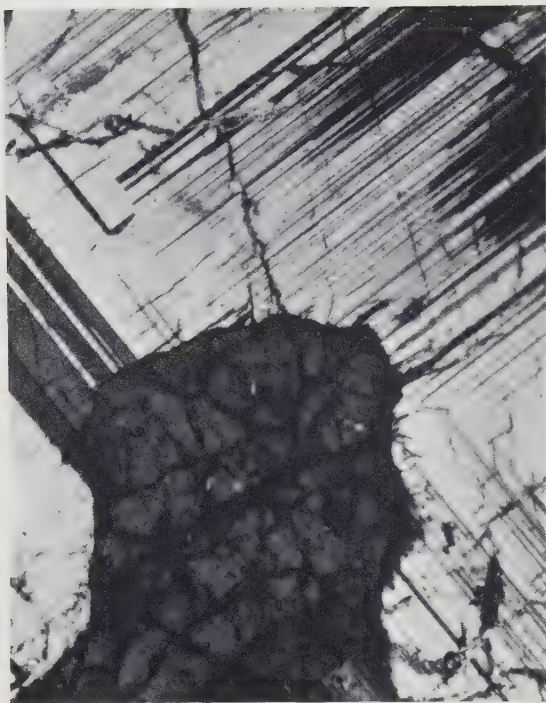
2



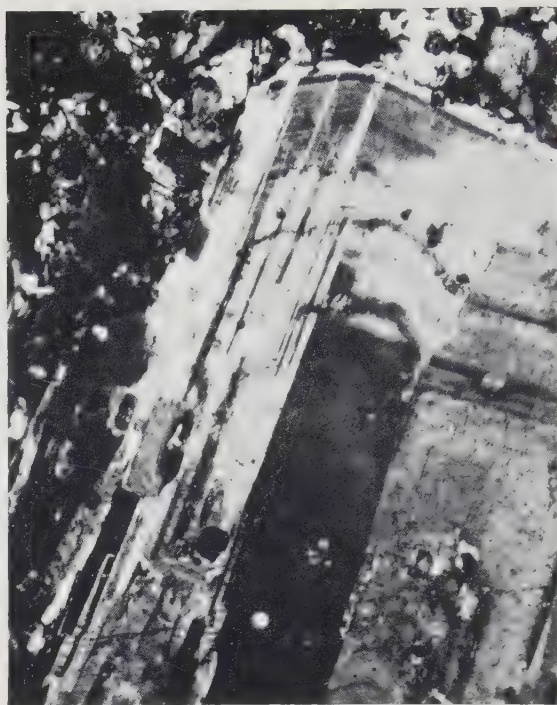
3



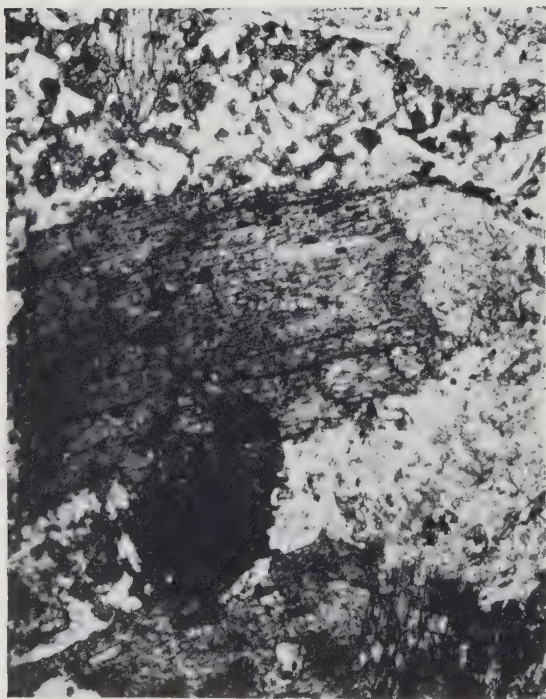
4



1



2



3



4

L'ordre de cristallisation est le suivant : magnétite, apatite, pyroxène, hornblende et feldspaths.

ADDENDUM.

En d'autres points et plus particulièrement autour du dyke décrit plus haut, D. Mawson signale des andésites à hypersthène et hornblende verte et, plus au Nord, des andésites à hornblende basaltique qui doivent appartenir aux formations de Bayalo (Type : échantillon SA-29, morceaux arrachés au substratum).

— DACITOÏDE A HORNBLende ET AUGITE (A. Lacroix).

Au cours d'une de ses expéditions à Santo, E. Aubert de la Rüe a récolté un échantillon de laves provenant d'une terrasse alluviale situé environ à la cote 50 à l'Ouest de la rivière Renée (Canal du Segond).

Caractères microscopiques. — « La hornblende, d'un brun verdâtre (vert olive, jaune pâle et brun verdâtre ; extinction dans $g^1 = 12^\circ$), maclée suivant h^1 , est parfois automorphe ; mais souvent aussi, ces cristaux ont été périphériquement fondus et ont, par conséquent, des formes arrondies. Des cristaux d'augite enveloppent ophitiquement les plagioclases ; ceux-ci sont zonés avec le centre généralement plus basique (65 à 55 % d'anorthite) que les bords (32 % d'anorthite) » (A. Lacroix, 1936-41, p. 47).

PLANCHE XIV

MICROPHOTOGRAPHIES DE DIORITES, MICROGABBROS ET ANDESITES DE L'ILE DE SANTO

FIG. 1. — Diorite filonienne à hornblende : zone de contact avec la roche encaissante (microgabbro à hornblende verte).

Labrador en grandes plages enchevêtrées, finement et irrégulièrement maclé, associé à la hornblende commune (plages gris noir) à bords très arrondis.

Echantillon SA-107-II ; vallée de la rivière Navaka, au Nord du village de Napérol. *Lumière polarisée*, $\times 60$.

FIG. 2. — Microgabbro à hornblende verte : zone de contact avec un filon dioritique (cf. fig. 1).

Faciès microgrenu des roches de contact du batholite de diorites (granodiorites ?). Phénocrystal de plagioclase zoné noyé dans un fond microgrenu ; labrador basique au centre, andésine en bordure (liséré plus clair). Noter que les zones successives de croissance traversent indifféremment les macles polysynthétiques, mais qu'elles sont déviées par la macle de Carlsbad.

Echantillon SA-107-II ; vallée de la rivière Navaka, au Nord du village de Napérol. *Lumière polarisée*, $\times 60$.

FIG. 3. — Microgabbro à hornblende verte (aspect général de la roche).

Faciès microgrenu des roches de contact du batholite de diorites (granodiorites ?). Phénocristaux de hornblende verte (gris noir) au milieu d'un fond microgrenu formé de petits grains juxtaposés en chaînette de hornblende verte et de baguettes de labrador. Les phénocristaux de hornblende renferment parfois des plages de carbonates (calcite ?) (coin inférieur droit). Noter le pléochroïsme (*le plan de polarisation est orienté E-W sur la photographie*) : maximum de coloration en direction E-W (vert, cristal au centre), minimum en direction N-S (jaune vert, cristal du haut).

Echantillon SA-114 ; haute vallée de la rivière Navaka, au Nord du village de Maraka. *Lumière naturelle*, $\times 60$.

FIG. 4. — Andésite labradorique (aspect général de la roche).

Glomérule en croix de labrador irrégulièrement maclé, noyé dans une pâte avec microlites feldspathiques.

Echantillon SA-61-II ; vallée de la rivière Piaméou. *Lumière polarisée*, $\times 60$.

— ANALYSES CHIMIQUES.

Une analyse a été effectuée par D. Mawson sur l'échantillon provenant de Wai Malikoliko (D. Mn), une autre par A. Lacroix sur celui de la rivière Renée (A. Lx) et une troisième par le Laboratoire du Centre de Recherches pétrographiques et géochimiques de l'Université de Nancy sur un échantillon provenant de la rivière Navaka (échantillon SA-117), qui sera étudié plus loin à cause d'une légère transformation provoquée par le voisinage du batholite de roches grenues (tableau XI, p. 289).

Brèches andésitiques.

Ces roches forment de grandes masses autour des pointements d'andésite. Elles sont particulièrement bien visibles dans la vallée de la Navaka à deux kilomètres au Sud du village de Napérol. De couleur assez claire avec des passages verdâtres, ces brèches contiennent des éléments arrondis de laves andésitiques, reliés par une pâte finement cristallisée. Elles sont souvent parcourues par des filonnets d'un minéral secondaire blanc ou vert clair pouvant être de la zoïsite (D. Mawson) ou de la calcite.

ROCHES GRENUES DE PATOUNAKY

Les roches grenues de Patounaky forment un massif intrusif au cœur de la chaîne axiale de la Partie ouest dans la région de la Navaka.

A l'œil nu, ces roches présentent des caractères extérieurs constants ; la couleur est claire et la structure grenue avec des cristaux de l'ordre du demi-centimètre. Les éléments blancs sont dominants (60 à 70 %) et les éléments colorés, très dispersés, ponctuent la roche de mouches noires bien régulières. Parfois, il est facile de reconnaître de la biotite. Le minerai est représenté par de la pyrite.

A l'affleurement, les roches grenues sont presque toujours profondément altérées et il est rare de trouver un échantillon sain. Pour l'étude en lames minces, il a fallu choisir de préférence des galets roulés ramassés dans les alluvions. Les échantillons ont été pris plus particulièrement dans la rivière Navaka. Comme cette dernière n'entame pas profondément le cœur du massif intrusif, les roches ramassées correspondent plus au faciès de bordure du batholite intrusif qu'à la roche grenue originelle que l'on ne doit trouver qu'au cœur du massif à l'aplomb du Mont Woulouméré (1.450 mètres). Aucune rivière, d'ailleurs, n'atteint le centre du batholite : les unes prennent leur source au niveau du centre du massif intrusif (Mont Woulouméré) sans l'entailler profondément et les autres coulent en bordure dans les roches de contact qui seront étudiées plus loin.

D'après les critères de terrain et l'étude en lames minces, les échantillons recueillis ont été classés en trois faciès différents :

— Faciès le plus proche de la roche grenue originelle : échantillons SA-142 - I et SA-142 - II provenant de la vallée de la Navaka (galets roulés). Ce sont des *diorites*.

— Faciès de bordure : échantillons SA-142 - III provenant de la vallée de la Navaka (galets roulés) et SA-122, pris en place sur un affleurement de la haute vallée de la rivière Wailapa. Ce sont des *gabbros*.

— Faciès filonien : échantillon SA-107 pris en place sur un filon qui traverse la moyenne vallée de la rivière Navaka. C'est une *diorite*.

FACIÈS SUBORIGINEL : DIORITES

— DIORITE A HORNBLÉNDE (Echantillons SA-142 - I et II).

L'échantillon SA-142 - II provient d'un galet des alluvions de la haute vallée de la rivière Navaka, au niveau des affleurements des roches grenues, ici très altérées et fortement imprégnées de pyrite.

Caractères macroscopiques. — La roche est leucocrate avec une structure grenue ; des taches régulières de minéraux colorés sont réparties sur un fond d'éléments blancs légèrement bleutés.

Caractères microscopiques. — Holocristalline, elle a une texture grenue comportant 80 % d'éléments blancs et 20 % de minéraux colorés. Les constituants se répartissent approximativement de la façon suivante :

Quartz	5 %
Plagioclases ($Ab_3 An_2 - Ab_1 An_1$, andésine basique)	73 %
Mica (biotite)	5 %
Pyroxène (diallage)	5 %
Amphibole (hornblende commune)	5 %
Sphène	2 %
Minerais (magnétite et pyrite)	5 %

Le quartz, sans forme propre, remplit les espaces laissés entre les feldspaths (Pl. XIII, fig. 3). Les feldspaths se présentent sous plusieurs aspects : les plus nombreux sont en baguettes allongées, non imbriquées, non zonées, avec de nombreuses macles, souvent irrégulières (Pl. XIII, fig. 3) ; d'autres forment de grandes plages irrégulières non macclées et non zonées (Pl. XIII, fig. 3). Par place, il existe des grandes baguettes de feldspaths zonés et des plages n'ayant uniquement que la macle de Carlsbad. D'après l'angle d'extinction maximum des sections de la zone perpendiculaire à g^1 (30°), les baguettes de plagioclases non zonés se rattachent à une andésine basique ; les feldspaths zonés montrent au centre un labrador (60 % d'anorthite) et en bordure une andésine basique (50 % d'anorthite).

Le pyroxène, ici du diallage, est toujours en association avec de la hornblende commune et l'ensemble est parfois altéré en chlorites. Ailleurs, des grandes plages de hornblende commune englobent des cristaux rectangulaires et des glomérules d'andésine (Pl. XIII, fig. 4). La hornblende a un fort pléochroïsme (vert-brun, brun vert clair et brun clair) et son angle d'extinction varie entre 10 et 15° .

La biotite, avec un très fort pléochroïsme, se tient en général au voisinage des taches de minerais, ici de la magnétite et de la pyrite. Par endroits, des petites plages de sphène sont également associées aux minerais.

Analyse chimique. — L'échantillon SA-142 - I, identique à l'échantillon SA-142 - II et prélevé dans les mêmes conditions, a été analysé par le Laboratoire du Centre de Recherches pétrographiques et géochimiques de l'Université de Nancy (tableau XII).

Composition chimique		Composition virtuelle	
SiO ₂	47,10	Quartz	10,32
Al ₂ O ₃	23,34	Orthose	1,67
Fe ₂ O ₃	5,61	Albite	13,62
FeO	3,16	Anorthite	55,32
MnO	0,09	Diopside	4,48
MgO	3,28	Hypersthène	5,40
CaO	12,95	Magnétite	7,19
Na ₂ O	1,63	Ilménite	1,98
K ₂ O	0,36	Apatite	0,34
TiO ₂	1,00		
P ₂ O ₅	0,11	An %	80
H ₂ O 105°	0,57	Σ b	19,32
Perte au feu	0,08		
<i>Total</i>	99,39		
		Paramètres C. I. P. W. - Lacroix	
		II . 4 (5) . 4 (5) . (4) 5 . [3 . 1 . 2 . 2 (3) .]	

TABLEAU XII. — Compositions réelle et virtuelle d'une diorite à hornblende du massif de Patounaky (échantillon SA - 142 - I).

FACIÈS DE BORDURE : GABBROS

— GABBRO A AUGITE (Echantillon SA-142 - III).

Ce gabbro provient des alluvions de la vallée moyenne de la rivière Navaka, au droit des affleurements du massif de roches grenues.

Caractères macroscopiques. — La roche est mésocrate, les éléments colorés sont plus nombreux et les minéraux clairs sont fortement bleutés.

Caractères microscopiques. — L'échantillon SA-142 - III a été étudié sur ma demande par H. Vincienne du laboratoire de Géologie de l'Ecole des Mines de Paris.

Les plagioclases sont zonés ; leur indice est supérieur à celui du baume du Canada ; les angles d'extinction maximum pour les sections de la zone perpendiculaire à g^1 sont de 42 à 43° au centre des cristaux, soit un feldspath avec 78 à 80 % d'anorthite (labrador très basique passant à la bytownite) et de 29° à la périphérie des cristaux, soit un feldspath avec 50 % d'anorthite (andésine).

Les pyroxènes ont un grand angle d'extinction. Incolores ou très faiblement colorés, ils ont été déterminés comme de l'augite. Ils sont toujours associés avec une hornblende commune et un peu d'actinote.

Accessoirement, il y a du sphène, de l'apatite, un peu de chlorites, de l'épidote, des minerais (magnétite, ilménite et pyrite) parfois frangés de sphène.

— GABBRO A DIALLAG (Echantillon SA-122).

L'échantillon a été ramassé en place sur un affleurement dans la haute vallée de la rivière Wailapa, entre les roches grenues proprement dites et les roches de contact.

Caractères macroscopiques. — La roche est mésocrate, dans les gris bleutés clairs. Finement cristallisée, elle a une structure grenue et elle est parcourue de filonnets clairs.

Caractères microscopiques. — Holocristalline, elle a une texture grenue avec 70 % d'éléments blancs et 30 % d'éléments colorés. Les minéraux présents se répartissent approximativement de la façon suivante :

Plagioclases (Ab ₂ An ₃ , labrador)	65 %
Pyroxène (diallage)	10 %
Amphibole (hornblende commune)	5 %
Minerais (magnétite et pyrite)	10 %
Epidote, zoisite, chlorites	5 %
Calcite (filonnets et taches)	5 %

Les feldspaths forment des baguettes allongées non imbriquées ; certains sont zonés, très peu ont la macle de Carlsbad. L'angle maximum d'extinction pour les sections de la zone perpendiculaire à g^1 est égal à 39°, accusant un feldspath à 65 % d'anorthite (labrador). Les pyroxènes peu nombreux englobent des plagioclases ; ils sont parcourus par de nombreux clivages et ils ont été déterminés comme diallage. Le plus souvent, ils sont en partie transformés en chlorites. Presque toujours, on les trouve associés avec une hornblende commune (pléochroïsme : brun vert, brun clair et brun jaune clair ; angle d'extinction : 15°). Les minerais, très abondants (magnétite, ilménite et pyrite) sont en relation étroite avec les pyroxènes, les amphiboles et les chlorites. Par endroits, dans la lame, il existe des plages de calcite et un ou deux filonnets de calcite parcourent l'ensemble.

FACIÈS FILONIENS : DIORITES

— DIORITE A HORNBLLENDE (Echantillon SA-107 - I).

Dans la vallée moyenne de la rivière Navaka et sur la rive gauche, à environ un kilomètre au Nord du village de Napérol, un filon de roches grenues de 50 centimètres de largeur traverse les roches de contact de Napataura. L'échantillon provient de ce filon.

Caractères macroscopiques. — La roche est bien cristallisée avec une couleur claire tirant légèrement sur le rosé ; environ 30 % d'éléments colorés sont répartis dans la masse en petites taches régulières.

Caractères microscopiques. — Holocristalline, elle a une texture grenue avec 70 % de feldspaths et quartz et 30 % de pyroxène et amphibole. Les plagioclases sont presque tous zonés et ils se rattachent au labrador. Les pyroxènes sont ici représentés par de l'augite et il n'y a pas de biotite. Les amphiboles, de la hornblende commune, sont associées aux pyroxènes et parfois elles les remplacent entièrement. Les minerais, magnétite et pyrite, sont peu abondants et ils sont toujours en relation étroite avec les minéraux colorés.

CONCLUSION A L'ÉTUDE DES ROCHES GRENUES

Le batholite de roches grenues comporte une auréole de métamorphisme très importante : les roches de contact de Napataura étudiées dans le paragraphe suivant. Comme dans les îles Fidji et dans les îles Salomon, le faciès originel doit être une granodiorite.

Pour Santo⁹, aucun des échantillons ramassés ne correspond à cette roche et les diorites ne se différencient des gabbros que par la grande proportion des feldspaths et la présence de quartz. Il reste, il est vrai, à étudier en détail le cœur du batholite et à essayer de trouver des affleurements de granodiorites.

En résumé, dans ce massif intrusif, une transformation interne s'est produite au niveau des roches encaissantes : andésites, tufs andésitiques et calcaires. Et l'on constate une évolution en allant du centre du batholite vers l'extérieur. Au cœur, le faciès original : granodiorites, non étudiées pour le moment ; puis le faciès suboriginel : diorites à pyroxène et diorites à hornblende avec des caractéristiques se rapprochant de celles des gabbros (feldspaths : labrador très basique avec 80 % d'anorthite) ; et près du contact les faciès de bordure : gabbros à augite et gabbros à diallage ayant des caractéristiques se rapprochant de celles des diorites (feldspaths très abondants, au moins 60 % de la roche).

ROCHES DE CONTACT DE NAPATAURA

Cette formation constitue une auréole continue autour du massif intrusif des roches grenues de Patounaky, au cœur de la chaîne axiale, dans la région de la Navaka. Plus au Nord, dans la région du Cap Cumberland, il existe encore, par endroits, des roches de contact ; mais les roches grenues n'affleurent pas. Sur le terrain, les roches de contact ont une couleur vert bleuté caractéristique, et leur structure est, soit microgrenue, soit microlitique. Leur nature est fonction :

1°) de la roche primaire qui a subi les effets du métamorphisme provoqué par l'intrusion des roches grenues. Ces roches primaires sont, ou bien des calcaires de Mataï (Miocène), ou bien des andésites à hypersthène et amphibole de Napérol (Anté-Miocène et Miocène inférieur), ou bien des tufs andésitiques de Tasériké (Miocène inférieur) ;

2°) de la distance de la roche primaire au massif de roches grenues. Dans tous les cas, l'auréole de métamorphisme ne semble pas dépasser une distance de 500 mètres au-delà de la périphérie du massif intrusif.

De nombreux échantillons ont été collectés, plus particulièrement autour du massif de Patounaky. D'après les critères de terrain et les études faites au laboratoire, les échantillons étudiés en lames minces ont été classés en trois catégories :

— *Faciès microgrenus* : microgabbros avec deux formations, l'une provenant de la transformation des andésites (échantillons SA-107 - II et SA-114) et l'autre provenant de la transformation des calcaires (échantillons SA-121 et SA-136) ;

— *Faciès microlitiques* : cornes vertes avec une transformation des roches primaires (échantillons SA-117 et SA-233) ;

— *Faciès externes* : résultant d'une très légère transformation des roches primaires, et représentés par des cipolins et des calcaires cristallins, des andésites, des brèches andésitiques et des tufs andésitiques stratifiés à chlorites.

FACIÈS MICROGRENUS : MICROGABBROS

Transformation des andésites à amphibole.

— MICROGABBRO A AMPHIBOLE (Echantillon SA-107 - II).

Cet échantillon représente l'éponte du filon de diorite (SA-107 - I) qui affleure dans la vallée de la rivière Navaka, sur la rive gauche, à un kilomètre au Nord du village de Napérol.

Caractères macroscopiques. — La roche est bien cristallisée avec une couleur gris vert assez foncé. Les cristaux de minéraux colorés sont noyés dans une pâte plus fine. Très tenace, elle se casse difficilement et la cassure est inégale.

Caractères microscopiques. — La lame mince a été effectuée juste au contact entre le filon et la roche encaissante. Il existe donc deux roches différentes : une grenue (diorite à amphibole) et une microgrenue (microgabbro à amphibole).

La *diorite* comporte des grandes plages de feldspaths non zonés, finement et irrégulièrement maclés (Pl. XIV, fig. 1). Les plagioclases entourent des cristaux de hornblende commune aux contours très arrondis (angle d'extinction : 20°). Ils sont rattachés au labrador avec un angle maximum d'extinction des sections perpendiculaires à g^1 égal à 36°.

Le *microgabbro* est holocristallin à texture microgrenue, avec deux temps de cristallisation : 60 % de phénocristaux de feldspaths et amphibole et 40 % de petits cristaux des mêmes éléments. Les minéraux présents se répartissent approximativement de la façon suivante :

	1 ^{er} temps	2 ^e temps	Total
Plagioclases (labrador basique 40 % An) .	35 %	20 %	55 %
Amphibole (hornblende commune)	20 %	10 %	30 %
Minerais (magnétite et ilménite)	5 %	10 %	15 %
Calcite et chlorites		pour mémoire	

Les feldspaths forment des grandes plages et ils sont parfois remarquablement zonés (Pl. XIV, fig. 2). Cette photographie montre un grand cristal de plagioclase zoné aux bords arrondis, entouré d'un liséré de feldspath plus clair en lumière polarisée. Les auréoles de zonage recoupent indifféremment les macles polysynthétiques, mais elles sont déviées par la macle de Carlsbad qui coupe le cristal en deux. Les autres feldspaths en baguettes larges et irrégulièrement maclés sont aussi entourés d'un liséré blanc de seconde venue, probablement plus acide. Pour ces derniers, l'angle d'extinction maximum des sections perpendiculaires à g^1 est de 40°, accusant ainsi un feldspath à 70 % d'anorthite (labrador basique). Dans le deuxième temps, les feldspaths envahissent tous les espaces laissés entre les cristaux ; ils ne sont alors pas maclés. Apparemment, il n'y a pas de quartz.

L'amphibole, de la hornblende commune légèrement brune (angle d'extinction : 15°), est pléochroïque : brun vert, brun clair et brun jaune clair. Les cristaux sont idiomorphiques. Les minerais sont extrêmement abondants ; ils sont représentés par de la magnétite, de la pyrite et probablement de la pyrrhotine et de l'ilménite, tous très dispersés dans la lame mince.

— MICROGABBRO A AMPHIBOLE (Echantillon SA-114).

Ce microgabbro affleure dans la haute vallée de la rivière de la Navaka, branche du Pic Santo, sur la rive droite, à un kilomètre au Nord du village de Maraka.

Caractères macroscopiques. — La roche est bien cristallisée avec une couleur vert gris assez foncé ; des cristaux de minéraux colorés sont noyés dans une pâte elle-même finement cristallisée. Très tenace, elle résiste au coup de marteau et la cassure est irrégulière.

Caractères microscopiques. — La roche est holocristalline à texture microgrenue, avec deux temps de cristallisation : 50 % de phénocristaux de feldspaths et d'amphibole et 50 % de microlites des mêmes minéraux. Les composants de la roche se répartissent approximativement de la façon suivante :

	<i>1^{er} temps</i>	<i>2^e temps</i>	<i>Total</i>
Plagioclases	35 %	36 %	71 %
Amphibole et pyroxène	5 %	10 %	15 %
Chlorites, calcite, sphène	5 %	5 %	10 %
Minerais (magnétite et pyrite)	—	4 %	4 %

Les phénocristaux de plagioclases sont remarquablement zonés et maclés orthose et albite. Les sections de la zone perpendiculaire à g' montrent au centre un angle d'extinction maximum de 32° correspondant à 57 % d'anorthite (labrador) et à la périphérie un angle d'extinction maximum de 20° correspondant à 36 % d'anorthite (andésine).

L'amphibole, du type hornblende verte, a un pléochroïsme du jaune vert clair au vert foncé et un angle d'extinction d'environ 15°. Parfois, elle est maclée, avec un fin clivage d'allongement positif (Pl. XIV, fig. 3). Elle est parfois associée à du sphène ou de la calcite et elle peut contenir des petits grains de minerai (pyrite). La hornblende paraît provenir d'une transformation de pyroxène et semble représenter parfois d'anciens pyroxènes plus ou moins calcifiés. Des chlorites existent au bord des cristaux d'amphibole.

Dans le deuxième temps, on note des plagioclases en petites baguettes zonées, parfois maclées albite. L'amphibole, de la hornblende verte, pléochroïque du jaune au vert, s'éteint avec un petit angle et constitue une chaîne de grains juxtaposés envahissant toute la lame. Par places, il existe des petits granules de sphène et d'épidote.

Analyse chimique. — L'échantillon SA-114 a été analysé au Laboratoire du Centre de Recherches pétrographiques et géochimiques de Nancy. Les résultats sont consignés dans le tableau XIII.

Transformation des calcaires.

— MICROGABBRO A AMPHIBOLE ET CHLORITES (Echantillon SA-121).

Cet échantillon a été pris en place à 200 mètres en aval de l'affleurement des gabbros (échantillon SA-122) dans la haute vallée de la rivière Wailapa, à un kilomètre au Nord du village de Taumatsina.

Composition chimique		Composition virtuelle	
SiO ₂	52,04	Quartz	3,84
Al ₂ O ₃	20,79	Orthose	1,67
Fe ₂ O ₃	1,77	Albite	27,77
FeO	5,03	Anorthite	40,87
MnO	0,11	Diopside	0,45
MgO	4,88	Hypersthène	18,59
CaO	8,58	Magnétique	2,55
Na ₂ O	3,35	Ilménite	1,52
K ₂ O	0,38	Apatite	0,34
TiO ₂	0,80	An %	59
P ₂ O ₅	0,18	Σ b	23,45
H ₂ O 105°	0,42		
H ₂ O combinée	2,32		
Perte au feu	—		
Total	100,63		

Paramètres C. I. P. W. - Lacroix :

II . 5 . 4 . 5 . [' 2 . 1 . 1 . 2 (3) .]

TABLEAU XIII. — Compositions réelle et virtuelle d'un microgabbro à amphibole de Santo (échantillon SA - 114).

Caractères macroscopiques. — La roche est finement cristallisée avec une couleur gris vert assez foncé. Très dure et très tenace, elle résiste bien au coup de marteau ; sa cassure est inégale. Elle est parcourue par des filonnets blancs de calcite.

Caractères microscopiques. — La roche est holocristalline, à texture microgrenue, avec deux temps de cristallisation : 70 % de phénocristaux de feldspaths et amphibole et 30 % de petits cristaux des mêmes minéraux. Les constituants se répartissent approximativement de la façon suivante :

	1 ^{er} temps	2 ^e temps	Total
Plagioclases	20 %	10 %	30 %
Amphibole (hornblende verte)	5 %	—	5 %
Epidote, zoïsité, chlorites	25 %	—	25 %
Sphène	5 %	—	5 %
Minerais (pyrite et magnétite)	5 %	10 %	15 %
Calcite (en plages et en filonnets) .	—	20 %	20 %

Les feldspaths ont subi une altération secondaire et ils sont en trop mauvais état pour être déterminés. L'amphibole de type hornblende verte (angle d'extinction : 22°), pléochroïque du jaune clair au vert foncé, forme parfois des grands cristaux automorphes ; ailleurs, elle est très dispersée dans la lame sous forme de petites plages. Elle est également associée à des chlorites. L'épidote et la zoïsité constituent des grandes plages au voisinage des minerais, eux très dispersés et représentés par de la magnétite, de la pyrite, de l'ilménite et de la pyrrhotine (?). Le sphène est assez abondant et forme de petites plages autour des minerais. La calcite se présente sous forme de noyaux bien cristallisés et de filonnets qui traversent toute la lame.

— MICROGABBRO A AMPHIBOLE ET CHLORITES (Echantillon SA-136).

A l'affleurement dans la haute vallée de la rivière Jourdain, la roche est stratifiée juste sous les calcaires cristallins ; les bancs ont des épaisseurs régulières de 50 centimètres à 1 mètre. L'échantillon a été pris sur la rive droite, à un kilomètre au Nord du village de Bilibili.

Caractères macroscopiques. — L'échantillon est mésocrate, de couleur gris vert. Cristallin, il possède des cristaux bien visibles d'éléments colorés en baguettes allongées et dispersées dans tous les sens. Il n'est pas très tenace et sa cassure est régulière.

Caractères microscopiques. — La roche est holocristalline, microgrenue avec deux temps de cristallisation : 70 % de phénocristaux de feldspaths, amphibole et chlorites et 30 % de petits cristaux de feldspaths et épidote. Les minéraux présents se répartissent approximativement de la façon suivante :

	<i>1^{er} temps</i>	<i>2^e temps</i>	<i>Total</i>
Plagioclases (Ab ₂ An ₃ , labrador)	50 %	10 %	60 %
Amphibole (hornblende verte)	15 %	—	15 %
Chlorites	5 %	—	5 %
Epidote et zoïsite	—	5 %	5 %
Sphène et calcite	—	5 %	5 %
Minerais (magnétite et pyrite)	—	10 %	10 %

Les feldspaths forment des baguettes allongées, zonées, aux contours mal définis. Ils sont tous craquelés, avec des macles peu visibles. Dans le deuxième temps, les feldspaths, associés avec l'épidote et la zoïsite, remplissent alors, de manière indifférenciée, tous les espaces laissés entre les cristaux. Ils ne sont pas maclés, mais toujours zonés.

Les amphiboles, du type hornblende verte, ont un fort pléochroïsme : jaune vert, vert clair et vert jaune foncé. Elles ont des formes automorphes et sont souvent maclées. Les bords des cristaux sont irréguliers. L'angle d'extinction est égal à 15°. Parfois, les cristaux sont associés avec des minerais et de l'épidote. Les chlorites forment également de grands cristaux allongés avec une extinction droite et un pléochroïsme dans les verts.

Les minerais sont très abondants et ils sont représentés par de la magnétite, de la pyrrhotine et de la pyrite. Ils sont dispersés, mais souvent ils sont associés au sphène, à l'épidote et à la hornblende verte.

FACIÈS MICROLITIQUES : CORNES VERTES

Ce faciès correspond à la transformation par métamorphisme des roches qui se trouvent à une distance supérieure à 150 mètres et inférieurs à 400 mètres du batholite des roches grenues. La transformation est légère et elle n'a une certaine importance que dans les calcaires de Mataï.

Transformation des andésites à amphibole.

Les andésites à amphibole déjà microlitiques sont peu affectées : elles deviennent plus cristallines avec une couleur plus verte : par exemple, l'échantillon SA-117 étudié en lame mince.

— CORNE VERTE A PHÉNOCRISTAUX : ANDÉSITE A CHLORITES (Echantillon SA-117).

L'échantillon provient d'un affleurement en place dans la haute vallée de la rivière Navaka, branche du Pic Santo, sur la rive gauche.

Caractères macroscopiques. — La roche est d'un vert assez foncé. Sa structure est cristalline : des cristaux verts et noirs sont visibles à l'œil nu ; il existe également des taches vertes irrégulières et des cristaux de pyrite dispersés dans la masse.

Caractères microscopiques. — La roche est holocristalline, à texture microlitique, avec deux temps de cristallisation : 35 % de phénocristaux de feldspaths, chlorites et amphibole et 65 % de microlites des mêmes minéraux. Les constituants de la roche se répartissent approximativement de la façon suivante :

	<i>Phénocristaux</i>	<i>Microlites</i>	<i>Total</i>
Plagioclases (Ab ₂ An ₃ , labrador)	23 %	20 %	43 %
Amphibole (hornblende verte)	2 %	—	2 %
Chlorites, épidote, zoïsite	—	40 %	40 %
Minerais (magnétite et pyrite)	10 %	—	10 %
Quartz de seconde venue	—	5 %	5 %

Les feldspaths sont zonés et craquelés. L'angle maximum d'extinction des sections de la zone perpendiculaire à g^1 (35°) caractérise un feldspath avec 60 % d'anorthite (labrador). Dans la lame, des petites plages de quartz forment des glomérules près des zoïsites et des épidotes. La hornblende ne se voit que sous forme de un ou deux grands cristaux automorphes aux bords arrondis. Dans le deuxième temps de cristallisation, il existe beaucoup d'épidote, de zoïsite et de chlorites et les minerais (magnétite et pyrite) sont envahissants. Dans un angle de la lame, un filonnet de quartz, épidote et pyrite recoupe l'ensemble.

Analyse chimique. — Le tableau XIV donne les résultats de l'analyse de cet échantillon de corne verte (Analyse du Laboratoire du Centre de Recherches pétrographiques et géochimiques de Nancy).

Composition chimique en %		Composition virtuelle en %	
SiO ₂	52,08	Quartz	9,42
Al ₂ O ₃	19,77	Orthose	3,34
Fe ₂ O ₃	3,19	Albite	19,91
FeO	4,74	Anorthite	41,70
MnO	0,17	Hypersthène	15,97
MgO	4,32	Magnétite	4,41
CaO	8,58	Ilménite	1,37
Na ₂ O	2,38	Apatite	0,34
K ₂ O	0,59		
TiO ₂	0,70	An %	68
P ₂ O ₅	0,13	Σ b	22,09
H ₂ O 105°	0,28		
H ₂ O combinée	1,44		
Perte au feu	1,07		
<i>Total</i>	99,44		
		Paramètres C. I. P. W. - Lacroix :	
		II . 4 (5) . 4 . 4 (5) [2 . 1 . 1 . 2 (3) .]	

TABLEAU XIV. — Compositions réelle et virtuelle d'une corne verte (andésite à chlorites) de Santo (échantillon SA - 117).

Transformation des calcaires.

Par suite même de leur nature, les calcaires ont été plus affectés par le métamorphisme dû aux intrusions de roches grenues. En général, ils donnent des roches de couleur verte, à cassures inégales, avec rarement une minéralisation visible. Elles affleurent surtout dans la presqu'île du Cap-Cumberland où il n'y a d'ailleurs pas de roches grenues visibles. Souvent, elles sont très altérées. Deux échantillons ont été étudiés en lames minces.

— CORNE VERTE A PHÉNOCRISTAUX : CORNE AMPHIBOLIQUE (Echantillon SA-429).

Cette roche affleure dans la moyenne vallée de la rivière Pohorou, dans la presqu'île du Cap-Cumberland, côte ouest.

Caractères macroscopiques. — La roche est mésocrate avec la couleur gris vert caractéristique des roches de contact de Napataura. La cassure est très irrégulière. L'échantillon a été légèrement atteint par l'altération superficielle.

Caractères microscopiques. — Entièrement cristallisée, la roche contient essentiellement des feldspaths en phénocristaux toujours zonés, craquelés et ternes dans leur centre et entourés à la périphérie d'un liséré plus lumineux en lumière naturelle et plus clair en lumière polarisée, et des phénocristaux de hornblende verte et de chlorites peu nombreux. La hornblende est caractérisée par son pléochroïsme assez fort (jaune vert clair à vert foncé) et son angle d'extinction égal à 15°.

Le quartz en filonnets et en petites plages envahit une partie de la lame mince. La calcite, le sphène et les minerais (magnétite et pyrite) sont très abondants et, avec des grains feldspathiques, ils constituent la trame de la roche.

— CORNE VERTE SANS PHÉNOCRISTAUX (Echantillon SA-233).

Cet échantillon a été ramassé en place sur un affleurement de cornes vertes dans la haute vallée de la rivière Pialaoné, affluent de la rive droite de la rivière Piamatéto, dans la partie sud (côte est) de la région du Cap-Cumberland.

Caractères macroscopiques. — La roche est mésocrate avec une couleur verte ; elle ne montre pas de cristallisation apparente. Pas très dure, elle se casse facilement avec une cassure très inégale.

Caractères microscopiques. — C'est une roche très particulière, essentiellement constituée par des cristaux de calcite. Des cadavres de grands cristaux peuvent être des feldspaths (?) étroitement associés avec de la calcite. Egalement des grandes plages aux formes géométriques pourraient correspondre à des amphiboles (?) ; elles sont formées par un agrégat de grains de minerais, de fines particules d'épidote, de microlites de feldspaths et de taches de calcite. Dans toute la roche, il existe un fond microgrenu de feldspaths zonés (extinction progressive), mais non maclés, en association avec des petits cristaux de calcite.

FACIÈS EXTERNES

A une distance qui varie de 400 à 500 mètres, les roches encaissantes sont très légèrement affectées par le métamorphisme de contact : les calcaires sont transformés en calcaires cristallins et cipolins. Les andésites à hornblende s'altèrent et s'enrichissent en épidote et chlorites. Les brèches andésitiques se transforment en roches massives et dures ; les limites des rognons qui les composent deviennent incertaines ; le ciment cristallise, s'enrichit en chlorites et l'ensemble prend une couleur verte. Les tufs andésitiques durcissent et s'enrichissent en chlorites. Toutes ces variétés de roches affleurent dans la vallée de la Navaka et dans la haute vallée du Jourdain.

CONCLUSION A L'ETUDE DES ROCHES DE CONTACT

En conclusion de cette étude pétrographique concernant les roches grenues de Patounaky et les roches de contact de Napataura, on constate que les évolutions internes des roches grenues du batholite et les variations de structure des roches de contact dépendent étroitement de la nature des roches encaissantes. Grossièrement, l'ensemble des observations peut être fixé dans un tableau récapitulatif (tabl. XV).

<i>Noms des Formations</i>	<i>Faciès et Distance au batholite</i>	<i>Formations de Mataï (Miocène moyen)</i>	<i>Formations de Napérol, Tasériké et Navaka (Anté-Miocène et Miocène inf.)</i>
ROCHES DE CONTACT DE NAPATAURA (Miocène supérieur probable)	Roches non transformées	Calcaires compacts	Andésites à hypersthène Brèches andésitiques Tufs verts. Tufs andésitiques
	Faciès externes	Calcaires cristallins	Andésites à amphibole Tufs à amphibole
	— 500 mètres —		
	Faciès externes	Cipolins	Andésites à chlorites Tufs à chlorites
	— 400 mètres —		
	Faciès microlitiques	Cornes vertes sans phénocristaux (SA - 233) Cornes vertes à phénocristaux (SA - 429 - II)	Cornes vertes à phénocristaux avec feldspaths zonés (SA - 117)
ROCHES GRENUES DE PATOUNAKY (Miocène supérieur probable)	— 150 mètres —		
	Faciès microgrenus	Microgabbros à amphibole, avec feldspaths zonés, plages et filonnets de calcite (SA - 121 et SA - 136)	Microgabbros à amphibole avec feldspaths zonés (SA - 114 et SA - 107 - II)
L I M I T E D U B A T H O L I T E I N T R U S I F			
ROCHES GRENUES DE PATOUNAKY (Miocène supérieur probable)	Faciès de bordure	Gabbros à diallage et amphibole avec feldspaths légèrement zonés, plages et filonnets de calcite (SA - 122)	Gabbros à augite et amphibole avec feldspaths légèrement zonés (SA - 142 - III)
	Faciès suboriginel	Diorites à hornblende, sans biotite (SA - 142 - I)	Diorites à hornblende et biotite, avec feldspaths zonés rares (SA - 142 - II)
	Faciès originel	G r a n o d i o r i t e s (?)	

TABLEAU XV. — Répartition des différents faciès des formations grenues de Patounaky et des roches de contact de Napataura.

FORMATIONS VOLCANIQUES DE BAYALO

Les roches de ces formations sont certainement celles qui couvrent les plus grandes surfaces dans l'île de Santo. Elles constituent l'ensemble des plus hauts sommets de la chaîne axiale de la partie ouest, comme le Mont Tabouémasana avec 1.811 mètres. Cette série est représentée par des matériaux pyroclastiques : brèches, agglomérats, tufs grossiers et même, par endroits, tufs stratifiés qui seront étudiés dans le paragraphe consacré aux roches volcano-sédimentaires. L'épaisseur de la série peut dépasser 800 mètres au niveau de la moyenne vallée de la rivière Jourdain. Ces matériaux pyroclastiques sont plus andésitiques que basaltiques. Il n'existe pas de coulées ; mais des pointements, des dykes et des filons de laves andésitiques et basaltiques recoupent en partie la série. Les andésites sont les plus anciennes ; elles traversent les formations volcano-sédimentaires et sédimentaires de Tasérikî et de Mataï et ne pénètrent pas très haut dans la série de Bayalo. Au contraire, les basaltes eux recoupent toute la série jusqu'à sa partie supérieure.

LAVES

De nombreux échantillons de laves ont été prélevés en place dans la partie ouest de l'île. D'après les critères de terrain et les études faites au laboratoire, les laves ont été classées en deux catégories : les *andésites labradoriques*, plus anciennes, et les *basaltes à plagioclase*.

Andésites labradoriques.

Trois échantillons de ces laves andésitiques correspondent à des galets arrachés aux brèches grossières qui constituent la majeure partie des affleurements des formations volcaniques de Bayalo. Un autre provient d'un épanchement fissural à structure en « pillow-lavas » plaqué contre le bord de la côte ouest de la presqu'île du Cap-Cumberland, au niveau de la rivière Penhorou.

— ANDÉSITE A HORNBLÉNDE BRUNE (Echantillon SA-29).

Dans la haute vallée de la rivière Sarakata (branche nord), il existe en affleurement sous les tuffeaux calcaires de Pialapa des formations importantes de brèches volcaniques andésitiques. L'échantillon est un galet de ces brèches et, d'après sa composition et sa couleur, il semble correspondre à une andésite à hornblende de la série de Napérol, arrachée dans la cheminée et entraînée à la surface au sein des matériaux pyroclastiques.

Caractères macroscopiques. — L'échantillon se présente sous la forme d'un galet à bords arrondis de couleur vert foncé sans cristaux visibles à l'œil nu. Très dur, mais non tenace, il éclate littéralement sous le coup de marteau.

Caractères microscopiques. — La roche est cristalline, à texture microlitique, avec deux temps de cristallisation : 10 % de phénocristaux de feldspaths, pyroxène et amphibole et 90 % de microlites très fins noyés dans un résidu de verre. Les minéraux présents se répartissent approximativement de la façon suivante :

	<i>Phénocristaux</i>	<i>Pâte</i>	<i>Total</i>
Plagioclases ($Ab_3 An_2$, andésine)	8 %	—	8 %
Pyroxène (augite)	1 %	—	1 %
Amphibole (hornblende brune)	1 %	—	1 %
Verre à microlites	—	85 %	85 %
Minéral	—	5 %	5 %

Les plagioclases forment des baguettes isolées, parfois zonées. L'angle maximum d'extinction des sections de la zone perpendiculaire à g^1 (30°) correspond à une andésine basique avec 50 % d'anorthite. Il n'existe qu'un seul phénocrystal d'augite en association avec le minéral, ici de la magnétite titanifère. La hornblende brune, ou oxyhornblende, a une couleur brun rouge foncé ; elle est peu pléochroïque et un des cristaux est entouré d'un liséré noir d'oxydes de fer. L'angle d'extinction des sections allongées est inférieur à 10° .

— ANDÉSITE LABRADORIQUE (Echantillon SA-61 - I).

Cet échantillon a été pris dans un galet de lave provenant des brèches des formations de Bayalo qui affleurent dans les parties haute et moyenne de la vallée de la rivière Piaméou, dans la région du Cap-Cumberland, du côté est.

Caractères macroscopiques. — La roche est mélanocrate, noire, sans cristaux visibles à l'œil nu. Très dure, mais non tenace, elle éclate sous les coups de marteau avec une cassure régulière et légèrement conchoïdale.

Caractères microscopiques. — La texture est microlitique avec deux temps de cristallisation : 2 % de microphénocristaux de feldspaths et augite et 98 % d'une pâte contenant de nombreux microlites des mêmes minéraux.

Les plagioclases en microphénocristaux se rattachent à un labrador acide avec 55 % d'anorthite (angle maximum d'extinction pour les sections de la zone perpendiculaire à g^1 égal à 33°). L'augite est représentée par un ou deux petits phénocristaux aux formes automorphes.

— ANDÉSITE LABRADORIQUE (Echantillon SA-61 - II).

Il s'agit d'un galet de lave provenant, comme le précédent, des brèches des formations de Bayalo qui affleurent dans la vallée de la rivière Piaméou.

Caractères macroscopiques. — L'échantillon est mélanocrate avec une couleur brun rouge foncé. Les cristaux de feldspaths sont bien visibles et ils constituent des petites taches réparties irrégulièrement dans la masse. Cette roche est dure et tenace ; la cassure est très irrégulière.

Caractères microscopiques. — La texture est microlitique glomérporphyrique avec deux temps de cristallisation : 40 % de phénocristaux de feldspaths et de pyroxène et 60 % de microlites des mêmes minéraux. Les constituants se répartissent approximativement de la façon suivante :

	<i>Phénocristaux</i>	<i>Microlites et verre</i>	<i>Total</i>
Plagioclases ($Ab_2 An_3$, labrador)	30 %	20 %	50 %
Pyroxène (augite)	10 %	15 %	25 %
Minéral et résidu de verre	—	35 %	35 %

Les feldspaths en phénocristaux se présentent, soit groupés en glomérules avec une texture en croix (Pl. XIV, fig. 4), soit en cristaux allongés et isolés dans la pâte. Les sections de la zone perpendiculaire à g^1 donnent un angle d'extinction maximum de 33° accusant un labrador à 55 % d'anorthite. Quelques phénocristaux d'augite aux formes automorphes sont dispersés dans la lame mince. Le minerai, de la magnétite titanifère, est très abondant dans la pâte.

— ANDÉSITE LABRADORIQUE (Echantillon SA-402).

Cette roche a été prélevée sur un épanchement fissural à structure en « pillow-lavas » à l'embouchure de la rivière Penhorou dans la région du Cap-Cumberland, sur la côte ouest.

Caractères macroscopiques. — L'échantillon est mélanocrate, avec une couleur brun rouge foncé. Les phénocristaux de feldspaths forment des petites plages aux contours arrondis bien visibles à l'œil nu. La roche est dure, tenace; la cassure est irrégulière.

Caractères microscopiques. — La texture est microlitique glomérophyrique avec deux temps de cristallisation : 30 % de phénocristaux de feldspaths et pyroxène et 70 % de microlites des mêmes minéraux. Les constituants se répartissent approximativement de la façon suivante :

	Phénocristaux	Microlites et verre	Total
Plagioclases (Ab_2An_3 , labrador)	28 %	32 %	60 %
Pyroxène (augite)	2 %	18 %	20 %
Minerai	—	5 %	5 %
Résidu de verre	—	15 %	15 %

PLANCHE XV

MICROPHOTOGRAPHIES DE ROCHES ANDESITIQUES ET BASALTIQUES DE L'ILE DE SANTO

FIG. 1. — Andésite labradorique en épanchement fissural (structure en oreillers).

Glomérule de labrador à bords arrondis et à contours irréguliers en lignes brisées.
Echantillon SA-402 ; embouchure de la rivière Penhorou. *Lumière naturelle*, $\times 60$.

FIG. 2. — Basalte à plagioclase en dyke.

Ensemble à texture microlitique. Baguettes en poutrelles de labrador non zoné avec des petites taches de verre réparties dans les zones de croissance du cristal ; cristal automorphe d'augite (en bas. gris) ; pâte avec microlites entourant ces phénocristaux.

Echantillon SA-252 ; rivière Piatmatsina, branche sud. *Lumière naturelle*, $\times 60$.

FIG. 3. — Basalte à plagioclase en dyke.

Phénocristaux de labrador irrégulièrement maclés et noyés dans une pâte cristalline à microlites feldspathiques et grains d'augite.

Echantillon SA-256 ; moyenne vallée de la rivière Piatmatsina, branche nord. *Lumière polarisée*, $\times 60$.

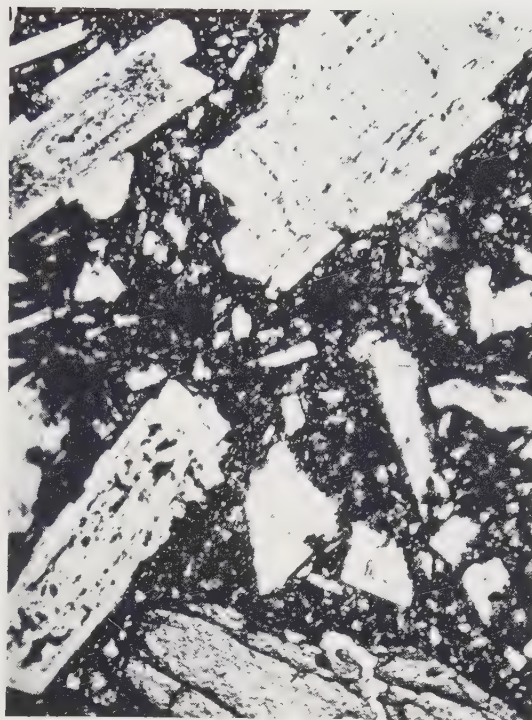
FIG. 4. — Cristal d'andésine zonée dans un tuf andésitique stratifié calcaire (formation de Tasé-riki).

Les contours du cristal sont très arrondis ; les zones de croissance ne sont pas déviées par la macle de Carlsbad ; elles sont envahies par de la calcite finement cristallisée ; dans le coin inférieur gauche, le cristal est éclaté et de la calcite a cristallisé entre les différents fragments qui ont cependant gardé la même orientation optique.

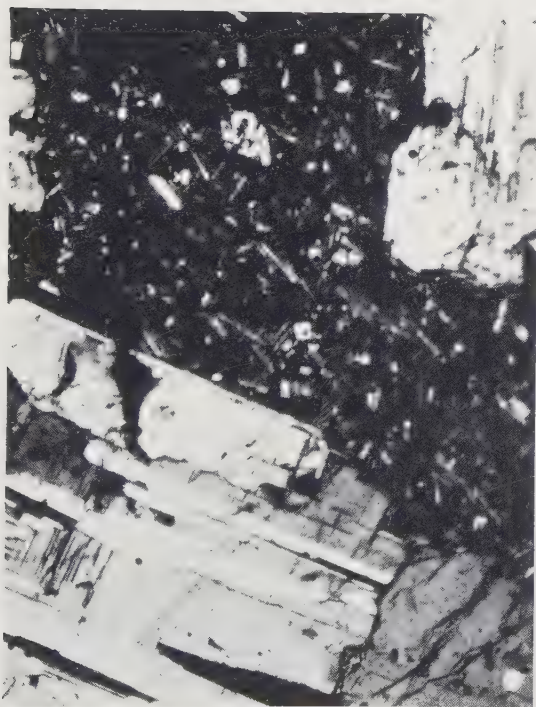
Echantillon SA-10-II ; rivière Kéréwaï, flanc ouest du Pic Santo. *Lumière polarisée*, $\times 80$.



1



2



3



4

Les feldspaths, en phénocristaux, sont groupés en glomérules aux contours très arrondis. Parfois, ces groupements se font en lignes brisées (Pl. XV, fig. 1). Les sections de la zone perpendiculaire à g^1 s'éteignent avec un angle maximum de 34° caractérisant un labrador à 58 % d'anorthite. L'augite est représentée par quelques phénocristaux automorphes.

Analyse chimique. — L'échantillon SA-61 - I a été analysé au Laboratoire du Centre de Recherches pétrographiques et géochimiques de Nancy. Les résultats sont reportés dans le tableau XVI.

Composition chimique en %		Composition virtuelle en %	
SiO ₂	56,50	Quartz	9,24
Al ₂ O ₃	16,73	Orthose	8,34
Fe ₂ O ₃	0,38	Albite	26,72
FeO	8,26	Anorthite	26,97
MnO	0,20	Dioside	4,21
MgO	3,04	Hypersthène	18,29
CaO	6,84	Magnétite	0,46
Na ₂ O	3,23	Ilménite	2,74
K ₂ O	1,48	Apatite	0,67
TiO ₂	1,45		
P ₂ O ₅	0,37	An %	50
H ₂ O 105°	0,07	Σ b	26,37
H ₂ O combinée	0,21		
<i>Total</i>	99,22	Paramètres C. I. P. W. - Lacroix :	
		H . 4 (5) . 3' . 4 . [1 (2) . 1 . 1 (2) . 3 (4) .]	

TABLEAU XVI. — Compositions réelle et virtuelle d'une andésite labradorique de la région du Cap Cumberland (Santo) (échantillon SA - 61 - I).

Basaltes à plagioclase.

Un échantillon de ces laves provient d'un dyke affleurant dans la moyenne vallée de la rivière Boubho ; deux autres ont été ramassés sur des affleurements de dykes et de filons qui, dans la vallée de la rivière Piamatsina, traversent sans les recouvrir les brèches, les agglomérats et les tufs andésitiques de la série de Bayalo ; un dernier provient de la vallée moyenne de la rivière Pohorou, dans la presqu'île du Cap-Cumberland.

— BASALTE A PLAGIOCLASE (Echantillon SA-6).

Cet échantillon provient d'un dyke basaltique qui s'est épanché dans une fracture NNW-SSE à travers les tufs andésitiques de la série de Tasériki dans la moyenne vallée de la rivière Boubho.

Caractères macroscopiques. — La roche est presque mélanocrate (gris noir bleuté) avec quelques rares cristaux de feldspaths visibles. Elle est homogène, dure et tenace. Sa cassure est irrégulière, mais non granuleuse.

Caractères microscopiques. — Holocristalline, la texture est microlitique fine avec deux temps de cristallisation : 2 % de phénocristaux de feldspaths et pyroxène et 98 % d'une pâte très finement cristallisée avec des microlites feldspathiques, des grains de

pyroxène et des baguettes de chlorites. Les microlites de plagioclases sont allongés, mais non imbriqués. D'après l'analyse chimique (tabl. XVII), ils se rattachent au groupe du labrador avec 74 % d'anorthite (labrador basique). Dans les phénocristaux, un petit cristal d'augite présente des contours automorphes. Dans la pâte, il existe une assez grande proportion de chlorites et un peu d'épidote. Le minerai très abondant est constitué par de la magnétite titanifère.

Analyse chimique. — Le tableau XVII donne les compositions réelle et virtuelle de cette roche, d'après les résultats fournis par le Laboratoire du Centre de Recherches pétrographiques et géochimiques de Nancy.

Composition chimique en %		Composition virtuelle en %	
SiO ₂	49,80	Quartz	8,22
Al ₂ O ₃	17,81	Orthose	1,67
Fe ₂ O ₃	3,02	Albite	13,62
FeO	5,75	Anorthite	40,03
MnO	0,13	Diopside	11,47
MgO	5	Hypersthène	13,62
CaO	11,15	Magnétite	4,41
Na ₂ O	1,60	Ilménite	1,52
K ₂ O	0,37	Apatite	0,34
TiO ₂	0,80		
P ₂ O ₅	0,19	An %	74
H ₂ O 105°	0,12	Σ b	31,36
H ₂ O combinée	2,42		
Perte au feu	1,57		
<i>Total</i>	99,53		
		Paramètres C. I. P. W. - Lacroix :	
		IP. 4 (5) . 4'. (4) 5. [2 . 1 . 2 . 2.]	

TABLEAU XVII. — Compositions réelle et virtuelle d'un basalte à plagioclase de Santo (échantillon SA - 6).

— BASALTE A PLAGIOCLASE (Echantillon SA-252).

Cet échantillon provient de l'affleurement, dans la rivière Piatmatsina (branche sud), d'un dyke de basaltes de la région du Cap-Cumberland (côte est).

Caractères macroscopiques. — L'échantillon est extrêmement mélanocrate avec des phénocristaux noirs bien visibles. La poussière et les parties altérées sont relativement claires. Très dure et très tenace, cette roche se casse difficilement et avec des surfaces très irrégulières.

Caractères microscopiques. — La texture est microlitique avec deux temps de cristallisation : 50 % de phénocristaux de feldspaths, pyroxène et périclote et 50 % de microlites des mêmes minéraux. Les constituants se répartissent approximativement de la façon suivante :

	Phénocristaux	Microlites	Total
Plagioclases (Ab ₂ An ₃ , labrador)	30 %	20 %	50 %
Pyroxène (augite)	18 %	10 %	28 %
Périclote (olivine altérée)	2 %	10 %	12 %
Minerai (magnétite)	—	10 %	10 %

La texture intime de la roche est illustrée par la figure 2 de la planche XV. Cette microphotographie montre, en lumière naturelle, des phénocristaux de feldspaths, en baguettes allongées, contenant des résidus de verre brun répartis dans les zones de croissance des cristaux. Ces feldspaths ne sont pas zonés ; les restes de verre correspondent aux différentes étapes de la croissance des cristaux sans changement de composition. D'après l'angle d'extinction des sections perpendiculaires à g^1 , ici 38° , ces feldspaths se rattachent au labrador avec 65 % d'anorthite. On voit aussi sur la microphotographie un cristal automorphe d'augite englobé, avec les phénocristaux feldspathiques dans une pâte en partie cristallisée avec des microlites de feldspath fins et allongés, des grains d'augite et du minerai parfois avec ses formes cristallines propres (magnétite titanifère très dispersée).

Dans la même lame mince, quelques phénocristaux de plagioclases sont légèrement zonés et d'autres sont groupés en glomérules avec des contours anguleux. Les augites ne sont pas maclées et les cristaux d'olivine automorphes sont altérés et transformés en oxydes de fer bruns isotropes (limonite ?).

— BASALTE A PLAGIOCLASE (Echantillon SA-256).

Ce basalte a été recueilli sur un dyke recoupant les brèches, les agglomérats et les tufs de la série de Bayalo dans la moyenne vallée de la rivière Piatmatsina (branche nord).

Caractères macroscopiques. — La roche est mélanocrate, brun foncé. Elle est apparemment cristallisée avec des cristaux de feldspaths bien visibles. Dure et tenace, elle se casse difficilement avec des surfaces irrégulières.

Caractères microscopiques. — La texture est microlitique avec deux temps de cristallisation : 40 % de phénocristaux et 60 % de microlites de feldspaths, pyroxène et périclote (Pl. XV, fig. 3). Les minéraux présents se répartissent approximativement de la façon suivante :

	<i>Phénocristaux</i>	<i>Microlites</i>	<i>Total</i>
Plagioclases ($Ab_2 An_3$, labrador)	38 %	20 %	58 %
Pyroxène (augite)	1 %	20 %	21 %
Périclote (olivine altérée)	1 %	—	1 %
Minerai (magnétite) et verre	—	20 %	20 %

Les feldspaths sont souvent groupés en glomérules avec un peu d'augite. Ils se rattachent à un labrador basique (angle maximum des sections de la zone perpendiculaire à g^1 égal à 41°) contenant 75 % d'anorthite. Les minéraux colorés ne sont représentés que dans les microlites sous forme de grains d'augite et de taches nombreuses de minerai (magnétite titanifère). Par endroits dans la lame mince, des taches ayant des formes cristallines sont remplies par des oxydes de fer bruns et isotropes (limonite ?), correspondant sans doute à l'altération de cristaux d'olivine.

— BASALTE DOLÉRITIQUE A PLAGIOCLASE (Echantillon SA-434).

L'échantillon provient de la vallée moyenne de la rivière Pohorou, dans la partie nord de la presqu'île du Cap-Cumberland.

Caractères macroscopiques. — La roche est mélanocrate, gris noir, ponctuée de nombreuses taches blanches irrégulières. Très dure et très tenace, elle résiste bien au coup de marteau et sa cassure est irrégulière.

Caractères microscopiques. — La texture est microlitique doléritique et glomérporphyrique avec 10 % de phénocristaux de feldspaths et 90 % d'une pâte bien cristallisée contenant des microlites feldspathiques imbriqués, des pyroxènes et des grains de minerais. Les minéraux présents se répartissent approximativement de la façon suivante :

	<i>Phénocristaux</i>	<i>Microlites</i>	<i>Total</i>
Plagioclases ($Ab_2 An_3$, labrador)	10 %	40 %	50 %
Pyroxène (augite)	—	30 %	30 %
Minéraux d'altération (carbonate et minéral vert isotrope)	10 %	—	10 %
Mineral (magnétite)	—	5 %	5 %
Résidu de verre	—	5 %	5 %

Les phénocristaux feldspathiques, des plagioclases uniquement, sont groupés en glomérules à contours arrondis. D'autres sont isolés en forme de poutrelles allongées et bien rectangulaires. D'après l'angle maximum d'extinction des sections de la zone perpendiculaire à g^1 , égal à 35° , les plagioclases se rattachent au groupe du labrador avec 60 % d'anorthite.

Dans le deuxième temps, les microlites feldspathiques sont remarquablement imbriqués (texture doléritique) et les cristaux d'augite s'étalent entre ces derniers. Le mineral (magnétite) est souvent squelettique et il est dispersé dans la pâte. Des plages, parfois à formes cristallines, sont remplies par un carbonate (calcite ?) et un minéral vert isotrope. Elles correspondent probablement à l'altération de cristaux d'olivine.

BRÈCHES

Sur le terrain, les brèches sont, soit comprises entre des bancs de tufs jaunâtres, soit en masses informes au voisinage des fractures et des pointements de laves. Leurs caractères extérieurs sont constants d'un point à l'autre de l'île : la couleur est gris foncé ou noire ; les éléments sont anguleux ou arrondis suivant les endroits avec tous les spécimens des roches arrachées au substratum (tufs verts, tufs andésitiques, andésites à hornblende, gabbros, microgabbros et calcaires). Le ciment est composé par un matériel volcanique fin ; parfois, il est cristallisé et se différencie peu de la lave.

Deux échantillons ont été étudiés en lames minces, ils proviennent d'affleurements des brèches à éléments de calcaires compacts de Mataï.

— BRÈCHE ANDÉSITIQUE A ÉLÉMENTS CALCAIRES (Echantillon SA-11).

L'échantillon provient d'un affleurement de la moyenne vallée de la rivière Kéréwai, dans la région de la Navaka (côte ouest).

Caractères macroscopiques. — De couleur brun noir, la roche est composée de morceaux de calcaires aux bords diffus pris dans une lave apparemment bien cristallisée.

Caractères microscopiques. — Dans la lame mince, des taches de calcite correspondent aux particules de calcaires. La lave est cristalline, à texture microlitique, avec deux temps de cristallisation : 45 % de phénocristaux de feldspaths et augite et 55 % de microlites de feldspaths, de grains d'augite, de particules de mineral, de taches plus ou moins impor-

tantes de calcite et de résidu de verre. Les minéraux présents se répartissent approximativement de la façon suivante :

	<i>Phénocristaux</i>	<i>Microlites</i>	<i>Calcite</i>	<i>Verre</i>
Plagioclases ($Ab_2 An_3$, labrador)	40 %	10 %	—	—
Pyroxène (augite)	5 %	10 %	—	—
Minéral (magnétite)	—	5 %	—	—
Éléments calcaires, calcite	—	—	20 %	—
Résidu de verre	—	—	—	5 %

Les feldspaths sont zonés et groupés en glomérules. L'angle d'extinction maximum des sections de la zone perpendiculaire à g^1 est de 33° , correspondant à un labrador à 55 % d'anorthite.

— BRÈCHE ANDÉSITIQUE A ÉLÉMENTS CALCAIRES (Echantillon SA-63 - II).

Les brèches andésitiques à éléments calcaires affleurent dans la haute vallée de la rivière Pialapa, dans la région du Cap-Cumberland (côte est).

Caractères macroscopiques. — L'échantillon a une couleur brun foncé et il contient des particules de calcaires reliées par un ciment à matériel volcanique qui n'est pas entièrement cristallisé.

Caractères microscopiques. — La lame mince se caractérise par la présence de noyaux de calcaires compacts entièrement recristallisés et par un ciment plus volcano-sédimentaire que volcanique. Ce dernier contient en effet des restes fossiles souvent déformés et cassés appartenant aux Foraminifères (Globigérinidés, Orbitoïdes), aux Algues (Mélobésiées) et aux Echinodermes (débris de piquants). Les minéraux sont représentés par des plagioclases rattachés au labrador, des augites et des minerais (magnétite). En plus des taches et des filonnets de calcite, des noyaux de verre contiennent des microlites feldspathiques.

Cet échantillon correspond donc à une brèche andésitique sous-marine à éléments calcaires.

AGGLOMÉRATS ET TUFFS

Les *agglomérats* accompagnent généralement les brèches ; ils sont particulièrement bien visibles dans la vallée de la rivière Bayalo, qui a donné son nom à toutes ces formations volcaniques, probablement pliocènes. L'élément essentiel est formé par des petits nodules de verre scoriacé et par des galets de laves bulleuses ; le tout est relié par un ciment jaunâtre qui souvent durcit dans les endroits exposés aux effets de l'érosion. Ces agglomérats correspondent à des matériaux pyroclastiques plus grossiers que ceux des tufs massifs.

Les *tu/s*, qui sont des roches assez tendres, correspondent à l'amoncellement de scories et de cendres au voisinage des cheminées d'émission des laves. Ils accompagnent généralement les brèches et les agglomérats. Comme ces derniers, ils sont visibles dans la moyenne vallée de la rivière Bayalo. Il en existe également de grandes épaisseurs dans les formations volcaniques de Bayalo qui s'étendent autour de la rivière Piamatsina, dans la région du Cap-Cumberland.

FORMATIONS VOLCANO-SEDIMENTAIRES TERTIAIRES

Ces roches, qui montrent une grande extension à Santo, sont formées par des matériaux volcaniques : poussières, cendres, débris de minéraux, morceaux de scories et vestiges de verre reliés par un ciment argiloïde, marneux ou calcaire. Souvent, elles contiennent une microfaune surtout caractérisée par des Foraminifères, mais pas de macrofossile. En général, elles sont stratifiées en bancs de faible épaisseur, réguliers et séparés les uns des autres par des lits de roches ayant une granulométrie plus fine ou plus grossière que l'ensemble. D'après les études faites sur le terrain, les roches volcano-sédimentaires du Tertiaire ont été divisées en trois formations :

— La *formation de Navaka* avec des tufs généralement verts ou verdâtres attribués à une période nettement anté-miocène (Oligocène ?) ;

— La *formation de Tasériki* avec des tufs gris clair et gris bleuté attribués au Miocène inférieur ;

— La *formation de Wailapa* avec des tufs gris noir attribués au Pliocène (?).

Formation de Navaka : tufs verts.

Les tufs verts de la Navaka, que l'on retrouve au cœur de la chaîne axiale dans la presqu'île du Cap-Cumberland, représentent les roches les plus anciennes connues jusqu'à ce jour aux Nouvelles-Hébrides. Trois échantillons provenant de la vallée de la rivière Navaka ont été étudiés en lames minces (échantillons SA-1, SA-2 et SA-104). Ils ont été ramassés à environ trois kilomètres au Sud du village de Napérol.

Caractères macroscopiques. — Ces roches sont dures et cassantes ; sous le choc du marteau, elles éclatent littéralement avec des cassures à surfaces conchoïdales. A l'affleurement, elles sont stratifiées en bancs de 20 à 30 centimètres d'épaisseur bien séparés les uns des autres. Les bancs eux-mêmes sont finement lités avec des lits dont l'épaisseur varie de 1 à 5 centimètres.

Les différents lits se remarquent facilement par suite : — de leur granulométrie variable : les uns sont fins et les autres grossiers ; et — de leur couleur différente : les uns sont vert clair, d'autres vert foncé, d'autres gris ou gris vert ou blancs ou blanc vert. Les lits sont irréguliers et la ligne qui les sépare est souvent mouvementée, ondulée ou vermiculée ; ailleurs, elle n'existe pas et le passage d'un lit à l'autre se fait progressivement. Ces faits sont particulièrement bien visibles sur une surface polie effectuée perpendiculairement à la stratification dans l'échantillon SA-1.

Souvent les tufs sont imprégnés par de la pyrite sous forme de petits cubes de 1 à 5 millimètres de côté répartis le long des fissures et dans les plans de stratification des gros bancs.

Caractères microscopiques. — Les éléments qui constituent ces tufs sont extrêmement fins et en général isotropes. Il existe par endroit des poches, des noyaux et des traînées de petits cristaux de calcite. Ailleurs, des plages contiennent des minéraux avec entre autres : du quartz à bords anguleux ou arrondis suivant les cristaux, des plagioclases du groupe de l'andésine (angle d'extinction maximum des sections de la zone perpendiculaire à

g^1 égal à 20° , soit un feldspath à 30 % d'anorthite), de la hornblende verte (pléochroïsme : jaune vert à vert brun foncé et angle d'extinction : 15°), de la calcite et de la pyrite en cube.

Conclusion.

D'après leur nature minéralogique et leur structure sur le terrain, ces tufs verts semblent appartenir aux faciès des grauwackes (?). Malgré toutes les observations faites jusqu'à présent, il me paraît nécessaire de prévoir une nouvelle reconnaissance détaillée de la formation pour confirmer cette hypothèse.

Formation de Tasériki : tufs andésitiques gris.

La formation de Tasériki est représentée par des tufs à fine granulométrie contenant un matériel volcanique andésitique et occasionnellement une microfaune représentée par des Radiolaires et des Foraminifères. Au milieu des bancs de tufs bien réguliers ayant une épaisseur de 20 à 50 centimètres, il existe parfois des petits lits de roches calcaires détritiques contenant des Foraminifères et des Algues. En plus de la stratification, les bancs sont finement lités avec des granulométries différentes et des couleurs variant du gris clair ou gris noir. Le contact entre les différents lits est franc et le passage de l'un à l'autre se fait brusquement. L'épaisseur de la formation observée dans la vallée de la rivière Boubho, en arrière du village de Tasériki, dépasse 300 mètres.

Les tufs andésitiques se trouvent en concordance juste sous les calcaires compacts de Mataï. Ils ont été attribués au Miocène inférieur (D. Mawson, 1905, p. 422).

Sous les calcaires de Mataï, ils sont souvent remplacés par de grandes épaisseurs d'agglomérats et de brèches andésitiques de couleur gris vert, parcourus de filonnets blancs et rapportés aux formations de Napérol (Anté-Miocène et Miocène inférieur) ; il existe donc un passage progressif de la série de Napérol à la série de Tasériki.

Deux échantillons provenant de la vallée de la rivière Kéréwaï, sur le flanc ouest du Pic Santo, ont été étudiés en lames minces. Ils ont été ramassés en place sur un affleurement de tufs andésitiques compris entre des andésites labradoriques des formations de Bayalo et une masse de brèches andésitiques gris vert des formations de Napérol. Audessus des tufs, affleurent des bancs de calcaires compacts de Mataï. Ces deux échantillons ont été pris au même endroit : l'un (SA-10 - I), correspond aux lits de couleur gris noir avec une granulométrie assez fine et l'autre (SA-10 - II), aux lits calcaires de couleur gris clair avec une granulométrie plus grossière.

Caractères microscopiques. — En lames minces, les deux échantillons sont à peu près identiques ; l'un a cependant plus de microfossiles que l'autre. Les lits à grains fins et à couleur foncée contiennent des petits Globigérinidés avec un matériel volcanique extrêmement fin et les autres lits plus grossiers, des minéraux et de nombreux microfossiles.

Les *minéraux* se présentent ainsi : Les plagioclases sont finement maclés et parfois zonés ; ils appartiennent au groupe de l'andésine (angle maximum d'extinction pour les sections de la zone perpendiculaire à g^1 égal à 23°). Dans l'échantillon plus calcaire, des grands feldspaths sont zonés et maclés Carlsbad avec des contours arrondis et des extrémités parfois éclatées et ressoudées par des petits cristaux de calcite. Dans certains de ces cristaux, des fines particules de calcite envahissent les zones de croissance du plagioclase (Pl. XV, fig. 4).

Les hornblendes vertes ont un pléochroïsme du jaune clair au brun vert, et un angle d'extinction voisin de 15° . Les augites en cristaux automorphes ont un grand angle d'extinction. Les minerais sont dispersés dans la lame et représentés probablement par de la magnétite.

En plus des minéraux qui sont pris dans un ciment fin, riche en microfaune, il existe des noyaux et des poches de laves bulleuses andésitiques avec des microphénocristaux de feldspaths, des microlites feldspathiques et un résidu de verre.

Les *microfossiles* sont représentés par : — des Algues avec des Mélobésiées (*Lithothamnium*, entre autres, reconnu par D. Mawson) ; — des Foraminifères très nombreux, mais généralement de petite taille avec des Orbitoïdés (Myogypsines et Lépidocyclines ?), des Globigérinidés, des Homotrémidés et des Miliolidés ; — des Bryozoaires et des débris osseux.

F. Chapman attribue ces tufs andésitiques au Miocène inférieur.

Formation de Wailapa : tufs andésitiques.

Vus en place sur le terrain, ces tufs ressemblent à un grès contenant un matériel volcanique à grains moyens de 0,2 millimètre à 2 millimètres, répartis de façon homogène dans des bancs bien stratifiés pouvant avoir une épaisseur de 30 centimètres à 1 mètre. Ces bancs de tufs alternent souvent avec des passages importants de brèches assez grossières ou de conglomérats (rivière Bayalo). Ils contiennent, par endroits, des bois fossiles transformés en lignite, ou bien silicifiés, ou bien pyritisés.

Cette formation est visible dans la vallée de la rivière Wailapa où elle peut dépasser 400 mètres d'épaisseur.

Trois échantillons ont été étudiés en lames minces : SA-53, SA-55 et SA-57. Ils ont été ramassés en place dans la vallée moyenne de la rivière Wailapa.

Caractères macroscopiques. — La roche est bien litée avec une couleur du gris brun au brun noir. Assez dure, elle a un aspect granuleux et ressemble à un grès. Elle se casse facilement.

Caractères microscopiques. — En lames minces, les trois échantillons sont identiques. Ils sont composés par des petits grains de minéraux et de petites particules de laves reliées par un ciment plus siliceux que calcaire.

Occasionnellement, il existe des tests de Globigérinidés, des bois en partie silicifiés et pyritisés (échantillon SA-57) et des fragments de petits Gastéropodes. Les constituants minéralogiques sont les suivants par ordre d'abondance : — des plagioclases en baguettes allongées, rarement zonés, avec des macles larges et très irrégulières. L'angle maximum d'extinction des sections de la zone perpendiculaire à g^1 est de 36° , accusant un labrador à 60 % d'anorthite ; — des pyroxènes représentés par de l'augite automorphe ; — de la calcite ; — de la magnétite ; — du quartz ; — de la hornblende verte avec un pléochroïsme jaune vert à brun vert. En plus de ces minéraux, des particules de lave vitreuse contiennent des microlites feldspathiques.

Conclusion.

Incontestablement, ces tufs ont une origine sous-marine détritique et ont pris naissance dans une zone très voisine des bords de mer. Sur le terrain, ils passent latéralement

aux formations de Bayalo. Ils ont été attribués au Pliocène ; ils recouvrent en effet en discordance les calcaires compacts de Mataï, attribués au Miocène.

ROCHES SEDIMENTAIRES TERTIAIRES ET QUATERNAIRES

Les roches sédimentaires sont très abondantes dans la partie est de l'île de Santo. D'après leurs faciès et les études faites au laboratoire, elles ont été divisées en plusieurs formations : calcaires compacts de Mataï ; tuffeux calcaires à éléments volcaniques de Pialapa ; calcaires coralliens de Papataï ; formations coralliennes de Luganville ; roches d'altération et alluvions.

Toutes ces roches, et plus particulièrement les calcaires, sont dépourvus de macrofossiles et il est difficile de leur donner un âge. Les calcaires de Mataï contiennent une microfaune qui a été déterminée par F. Chapman en 1907, après étude en lames minces de la collection d'échantillons rapportés par D. Mawson en 1905. Pour mon compte personnel, et pour les raisons que j'ai indiquées dans l'introduction de cet ouvrage, les échantillons que j'ai rapportés se sont révélés nettement insuffisants en nombre pour permettre une étude systématique en lames minces et une détermination sûre des Foraminifères. Les tuffeux calcaires de Pialapa contiennent par place quelques fossiles en mauvais état. En arrière de Tasériki, D. Mawson a récolté dans cette formation une série de fossiles qui ont été étudiés par C. Medley en 1905. Les calcaires coralliens de Papataï recèlent également quelques fossiles subactuels qui ne sont pas spécifiques d'un étage.

Formation de Mataï.

Cette formation est constituée uniquement par des calcaires compacts à Foraminifères, sublithographiques, blancs ou gris, parfois très finement recristallisés et toujours stratifiés en bancs de 2 à 5 mètres d'épaisseur. Les plus beaux affleurements se situent dans la vallée de la rivière Vatépoussa, affluent de la rive gauche de la partie haute de la rivière Jourdain, au droit du village de Mataï. Là, les bancs de calcaire dépassent 500 mètres d'épaisseur et la stratification est apparemment horizontale. A la base de la formation, le passage entre les tufs andésitiques de Tasériki et les calcaires compacts se fait progressivement et des bancs de tufs sont intercalés entre les bancs de calcaires, dans ce cas peu épais (rivière Boubho et presqu'île du Cap-Cumberland).

L'extension de ces calcaires est grande à Santo. On les retrouve du Sud au Nord dans la partie ouest toujours en-dessous des formations de Wailapa, de Bayalo et de Pialapa. Deux échantillons ont été étudiés en lames minces (SA-63 - I et SA-232) ; ils proviennent de la presqu'île du Cap-Cumberland.

Caractères macroscopiques. — Ces calcaires sont blancs ou blanc jaune, compacts, sublithographiques. Très durs mais tenaces, ils éclatent sous le coup de marteau. Ils se polissent bien. Ils ne sont pas dolomitiques. La couleur peut varier et parfois ils sont bruns avec plus de 20 % de débris minéraux.

Caractères microscopiques. — Les lames minces démontrent une origine organique certaine avec des vestiges d'Algues, des fragments organiques indéterminés et des petits

Foraminifères. Le tout est relié par des grains de calcite recristallisée. Les grands Foraminifères sont rares et il semble qu'ils se trouvent, à l'occasion, dans des poches plus riches.

L'échantillon SA-252 est entièrement recristallisé et il n'y a plus de trace de microfaune.

L'échantillon SA-63 - I qui parvient de la haute vallée de la rivière Pialapa contient des Foraminifères appartenant aux groupes des Rotaliidés et des Orbitoïdés (Lépidocyclines), des Algues du groupe des Mélobésiées (*Lithothamnium*), des piquants d'Echinodermes, des débris de Bryozoaires et des vestiges de Polypiers.

Grâce à un grand nombre de lames minces, F. Chapman (1907) a pu déterminer sur la collection rapportée par D. Mawson les espèces suivantes :

Lepidocyclina insulae natalis JONES et CHAPMAN
Lepidocyclina unaequalis JONES et CHAPMAN
Lepidocyclina formosa SCHLUMBERGER
Lepidocyclina inflata PROVALE
Lepidocyclina angularis CHAPMAN
Lepidocyclina sumatrensis BRADY

Lepidocyclina douvillei YABE et HANZAWA
Lepidocyclina verbeeki NEWT. et HOLL.
Myogypsina burdigalensis GÜMBEL
Operculina complanata DEFRANCE
Spirochypus margaritata SCHLUMBERGER
Cyclochypus pustulosus CHAPMAN

Dans son traité de géologie, E. Haug considère ces calcaires comme représentant à la fois l'Aquitaniens et le Burdigalien. L. Joleaud, dans son mémoire de paléogéographie de l'Océan Pacifique, les rapporte à l'Aquitaniens inférieur (1934, p. 15).

Les calcaires de Mataï se retrouvent identiques dans l'île de Mallicolo (ou Malékula). F. Chapman y a trouvé la même faune qu'à Santo (1907) et R. Abrard a pu déterminer, dans les échantillons rapportés par E. Aubert de la Rüe, les espèces suivantes (1946-47, p. 93) :

Heterochypus cyclochypus SILVESTRI
Cyclochypus cf. *communis* MARTIN
Lepidocyclina (*Eulepidina*) cf. *formosa* SCHLUMBERGER

Lepidocyclina (*Eulepidina*) *leytensis* YABE et HANZAWA.
Lepidocyclina (*Nephrolepidina*) cf. *verbeeki* NEWT. et HOLL.

Il attribue cette formation au Miocène inférieur.

D'autres calcaires compacts ayant les mêmes caractères extérieurs ont été reconnus dans l'île de Guadalcanal aux Salomon. Ils ont été nommés calcaires de Bonegi et ils renferment des Algues, des petits Foraminifères et quelques grands Foraminifères attribués aux espèces suivantes par les paléontologistes de l'Université de Sydney (1957, p. 293) :

Lepidocyclina cf. *martini* SCHLUMBERGER
Lepidocyclina cf. *inflata* PROVALE
Nephrolepidina sp.
Tryblielepidina sp.
Cyclochypus indopacificus TAN SIN HOK

Heterostegina sp.
Radiocyclochypus sp.
Operculina ammonoides (GRONOVIVS)
Operculina sp. cf. *bartschi* CUSHMAN

Cette formation calcaire est attribuée à une période allant du Miocène inférieur au Miocène moyen et elle est comparée par les auteurs aux calcaires compacts de Mallicolo et de Santo aux Nouvelles-Hébrides et aux calcaires de l'Archipel Bismark ⁽¹⁾.

(1) R. J. SHUBERT (1911). — Die fossilen Foraminiferen des Bismarckarchipels und einiger angrenzender Inseln. *Abh. geol. Reichsanst.*, Wien, vol. 20, Pt. 4, pp. 1-130, fig. plates.

En conclusion, les calcaires de Mataï ont été considérés comme appartenant probablement au Miocène moyen. De nouvelles investigations seront nécessaires pour préciser définitivement l'âge de cette formation.

Formation de Pialapa.

La formation de Pialapa est constituée par des tuffeaux calcaires stratifiés à éléments volcaniques. Leur composition est très irrégulière et il y a de nombreuses variétés : des tuffeaux plus marneux que calcaires ou « Soapstones », des calcaires tufacés plus calcaires que marneux et, par endroits, de véritables tufs volcaniques sous-marins.

En plus d'un matériel volcanique fin comprenant des minéraux (feldspaths, augite et magnétite), il y a toujours des Globigérinidés de petite taille. Dans les parties plus meubles de ces bancs de tuffeaux calcaires, D. Mawson a découvert un gisement fossilifère en arrière du village de Tasériki. La faune a été déterminée par C. Hedley. Il donne une grande liste de fossiles malheureusement spécifiques avec des Brachiopodes, des Lamellibranches, des Gastéropodes, des Ptéropodes, des Corallinées et des Echinodermes. Ils permettent seulement d'affirmer que l'horizon n'est pas antérieur au Pliocène inférieur (Mawson, 1905, p. 477).

D'après les études faites sur le terrain, cette formation qui peut dépasser 100 mètres d'épaisseur a été considérée comme appartenant probablement en partie au Pliocène supérieur et en partie au Pléistocène inférieur.

Formation de Papataï.

La formation de Papataï couvre une importante surface dans la partie est de l'île de Santo. Elle est uniquement formée par des calcaires coralliens surélevés et recristallisés. Les fossiles sont extrêmement rares et en très mauvais état. Malgré tout, on peut y reconnaître des vestiges de Coraux et des restes de Gastéropodes des genres *Mitra* et *Trochus*.

Une lame mince a été faite dans un échantillon provenant des plateaux en arrière du Cap Queiroz ; le calcaire est en voie de recristallisation et il n'y a plus que des traces d'une Corallinée indéterminée. La microfaune a disparu avec la recristallisation (échantillon SA-22).

D'après les caractères de terrain et après consultation des écrits de D. Mawson, F. Chapman, E. Aubert de la Rüe et R. Abrard, cette formation a été considérée comme correspondant aux grands développements des récifs coralliens du Quaternaire, probablement au début du Pléistocène.

Formations de Luganville.

Les formations de Luganville comprennent des calcaires coralliens subactuels et des marno-calcaires détritiques.

Les calcaires coralliens subactuels correspondent aux récifs frangeants surélevés entre 3 et 10 mètres de hauteur et ils forment les soubassements des plateformes littorales dans la partie est de Santo.

Les roches marno-calcaires correspondent aux anciennes boues des lagons établis en arrière des récifs frangeants ou barrières. Très détritiques, elles comprennent une grande

proportion de débris de coraux et de coquillages subactuels et actuels. Durcissant à l'air, elles constituent un excellent matériel pour l'empierrement des routes.

Roches d'altération.

Les terres d'altération sont particulièrement importantes sur les calcaires coralliens de Papataï. On les retrouve également au-dessus des roches cristallines de Patounaky et de Napataura, là où elles sont suffisamment exposées à l'érosion, et au-dessus des formations volcaniques de Napérol et de Bayalo.

— TERRE D'ALTÉRATION DES CALCAIRES CORALLIENS DE PAPATAÏ.

La terre est rouge brun foncé en surface et elle semble avoir eu une évolution latéritique sous forêt sans cuirasses. Son épaisseur est très variable, entre 2 et 10 mètres. Par endroits, il existe même en surface des affleurements de calcaires sans trace de terre. Une analyse effectuée par le Laboratoire P. Dubois à Paris a donné les résultats suivants (échantillon SA-146) :

Fer : 14,34 % — Manganèse : 0,30 % — Alumine : 25,20 % — TiO_2 : 1,29 %

ce qui indique une terre fortement alumineuse.

Par places, des petites concrétions ferrugineuses donnent à l'analyse les proportions suivantes (échantillon SA-143 ; Analyste : P. Dubois) :

Fer : 49,90 % — Manganèse : 0,46 % — Alumine : 11,96 % — TiO_2 : 0,40 %

— TERRES D'ALTÉRATION SUR LES ROCHES CRISTALLINES.

Ces terres se trouvent généralement en altitude et elles n'ont pas eu d'évolution latéritique. Elles sont généralement épaisses, mais leur étendue est réduite par suite de l'accentuation du relief. Une analyse effectuée par les Laboratoires P. Dubois a donné les résultats suivants :

Fer : 3,88 % — Manganèse : 0,08 % — Alumine : 18,49 % — TiO_2 : 0,51 %

La teneur en alumine est la même que celle des roches sous-jacentes (entre 15 et 20 %).

Alluvions.

Santo est la seule île de l'Archipel des Nouvelles-Hébrides à posséder des grandes surfaces d'alluvions. Certaines sont anciennes (Quaternaire moyen) et d'autres récentes.

— ALLUVIONS ANCIENNES.

Dans ce groupe de roches, il faut considérer les dépôts lacustres et les alluvions de rivières en terrasses superposées.

Les *alluvions lacustres* proviennent de l'ancien lac de Kéhilivone qui se trouvait dans la haute vallée de la rivière Jourdain. A une date que l'on ne peut préciser faute de repère, une partie de la montagne sur la rive gauche du Jourdain s'est effondrée et a barré la

vallée. Un lac, alimenté par la haute vallée du Jourdain a pris naissance et il a été assez rapidement comblé par les alluvions : cailloutis argileux, galets roulés, blocs roulés, éboulis de pente avec blocs anguleux et cônes de déjection. Dans le centre du lac, qui se trouve à la cote 700 environ, se sont déposées des marnes bleues stratifiées en bancs de faible épaisseur. Elles montrent souvent une stratification entrecroisée, avec des passages de cailloutis grossiers. La stratification des couches est horizontale, sauf en un ou deux endroits où il existe de très légers pendages vers le NW (quelques degrés). Une fois le lac rempli d'alluvions, la rivière Jourdain a eu assez de force pour creuser le verrou et retrouver son tracé normal, traversant ainsi les formations alluviales. Actuellement, il reste une petite plaine, où se sont, de préférence, installés les villages indigènes (Kéhilivone et Namalao).

Les *alluvions anciennes des rivières* forment des terrasses, qui ont été examinées dans la basse rivière Navaka :

— Des terrasses à environ 100 mètres d'altitude reposent sur les tuffeaux calcaires de Pialapa et elles sont formées par des cailloutis à galets roulés et aplatis liés par un ciment argileux clair.

— Des terrasses à environ 50 mètres d'altitude recouvrent les calcaires coralliens de Papataï (Pléistocène) avec des cailloutis grossiers.

— Des terrasses à environ 20 mètres d'altitude reposent ou bien sur les calcaires de Papataï ou bien sur les tuffeaux calcaires de Pialapa.

Les terrasses à la cote 50 couvrent la plus grande surface et elles envahissent la plateforme littorale en arrière de la baie de Tasmaloun.

La Plaine du Jourdain, comprenant les cônes de déjection des rivières Jourdain, Apouna, Tavoli et Palouma, est également formée par des terrasses alluviales superposées à des cotes qui n'ont pas été relevées jusqu'ici.

— ALLUVIONS RÉCENTES.

Moins importantes que les alluvions anciennes, les alluvions récentes affleurent au bord de mer à l'embouchure des principales rivières. Elles comprennent des cailloutis avec blocs roulés, galets, graviers et sables ; des sables à magnétite ; des argiles et des marnes provenant des terres d'altération.

Au bord de mer, des formations importantes sont constituées par un remaniement, soit des récifs coralliens avec des sables fins blancs à éléments de Coraux, soit des matériaux amenés par les rivières avec des sables gris comportant des éléments de roches cristallines, des sables noirs à magnétite titanifère (Baie de Tasmaloun), des sables gris à magnétite et ilménite (embouchure de la rivière Sarakata et Cap-Cumberland) et d'énormes amoncellements de galets de roches cristallines (diorites, gabbros, microgabbros, andésites et basaltes), de roches volcano-sédimentaires (tufs verts pyriteux, tufs et brèches andésitiques, tufs et brèches basaltiques) et de roches sédimentaires (calcaires compacts et calcaires coralliens), comme aux embouchures des rivières Navaka et Jourdain.

DESCRIPTIONS RÉGIONALES

Au cours de cette étude régionale, seules seront étudiées en détail : la région du Cap-Queiroz dans la partie est, la région de la Navaka et une petite partie de la région du Cap-Cumberland dans la partie ouest. Je ne connais pas suffisamment les autres régions pour les décrire dans cet ouvrage.

PARTIE EST DE L'ÎLE

RÉGION DU CANAL

La physionomie de cette partie de l'île est tabulaire. Une bonne idée de la topographie est donnée par la planche XVI, A et A'. Il existe un petit massif montagneux dans la haute vallée de la rivière Renée. Sa nature géologique n'a pas été reconnue. Tout autour, des plateaux en calcaires coralliens de Papataï sont étagés entre 10 et 400 mètres. Au bord du Canal du Segond, les formations coralliennes de Luganville sont importantes. Elles ont été exploitées par les Américains pour l'empierrement des routes. Sur la planche XVI, A, on peut voir le rebord du plateau calcaire en arrière de la rivière Atsonne ; il montre au moins trois gradins qui correspondent aux différentes phases des mouvements de cette partie de l'île.

RÉGION DU CAP-QUEIROZ

Cette région est encore plus tabulaire et les hauteurs n'existent que sur les rebords occidentaux des plateaux, avec la Montagne de la Table (315 m.), et le Mont Papataï (546 m.), lui en pain de sucre. Elle comprend les plateaux du Cap-Queiroz et de Walraoul, de Zingora et de Boutnas, et la haute vallée de la rivière Sarakata.

Plateaux du Cap-Queiroz et de Walraoul.

Formant la presqu'île du Cap-Queiroz, les plateaux sont constitués uniquement par des calcaires coralliens de la série de Papataï. Ils sont recouverts par une épaisse couche de terre d'altération à tendance latéritique. L'île Sakau est formée également par des calcaires coralliens surélevés. Elle correspond à l'avant-dernier mouvement ascendant de cette partie de Santo, avec ici une amplitude de 75 mètres.

La structure des plateaux est illustrée par la photographie aérienne verticale du mouillage de Port-Orly (Pl. XVII, A et A'). Autour du Plateau Bernard, il existe trois gradins : deux correspondent aux différents mouvements de subsidence de cette zone pendant la croissance des coraux (la cote du plateau est voisine de 250 mètres et il est recouvert par des terres d'altération) et le troisième gradin, le plus extérieur, correspond à une des phases de l'exhaussement. Il est marqué par une falaise assez brutale en avant de laquelle un palier et un talus à pente moyenne sont dus à la croissance des récifs frangeants. Ce gradin est voisin de la cote 100 mètres.

Le long du grand plateau de Walraoul, deux marches marquent les différents niveaux d'exhaussement.

En conclusion, dans cette partie de l'île, plusieurs subsidences ont eu lieu pendant la croissance des coraux, probablement au Pléistocène, et l'exhaussement s'est effectué par trois mouvements ascendants : le premier correspond à la cote 225 (témoins : Ile du Dauphin et Plateau Bernard), le deuxième à la cote 100 (témoins : Plateau Bernard et Plateau de Walraoul) et le troisième à la cote 10 (témoins : les plateformes littorales qui bordent actuellement le pied des falaises limitant les plateaux).

Plateau de Zingora.

Le plateau de Zingora a la même constitution que ceux du Cap-Queiroz et de Walraoul : uniquement des calcaires coralliens de la série de Papataï, recouverts par une couche de terre d'altération à tendance latéritique.

Il faut noter la particularité des gradins qui sont importants sur les bords ouest. Deux séries limitent le plateau à des altitudes différentes. La succession de ces gradins est visible sur la photographie aérienne du fond de la Baie de St-Philippe et St-Jacques, ou « Big-Bay » (Pl. XVII, B). Apparemment, ils ne sont pas provoqués par des failles. Certains correspondent aux niveaux successifs de la subsidence au cours de la croissance des coraux ; d'autres, au contraire, et probablement ceux marqués par une forte falaise, correspondent aux niveaux d'exhaussement de l'île, évalués pour cette partie à quatre : cotes 325, 225, 100 et 10 mètres (Pl. XVII, B et B'). La figure 30 A représente une coupe E-W du plateau de Zingora avec les différents gradins de subsidence et d'exhaussement.

Plateau de Boutnas.

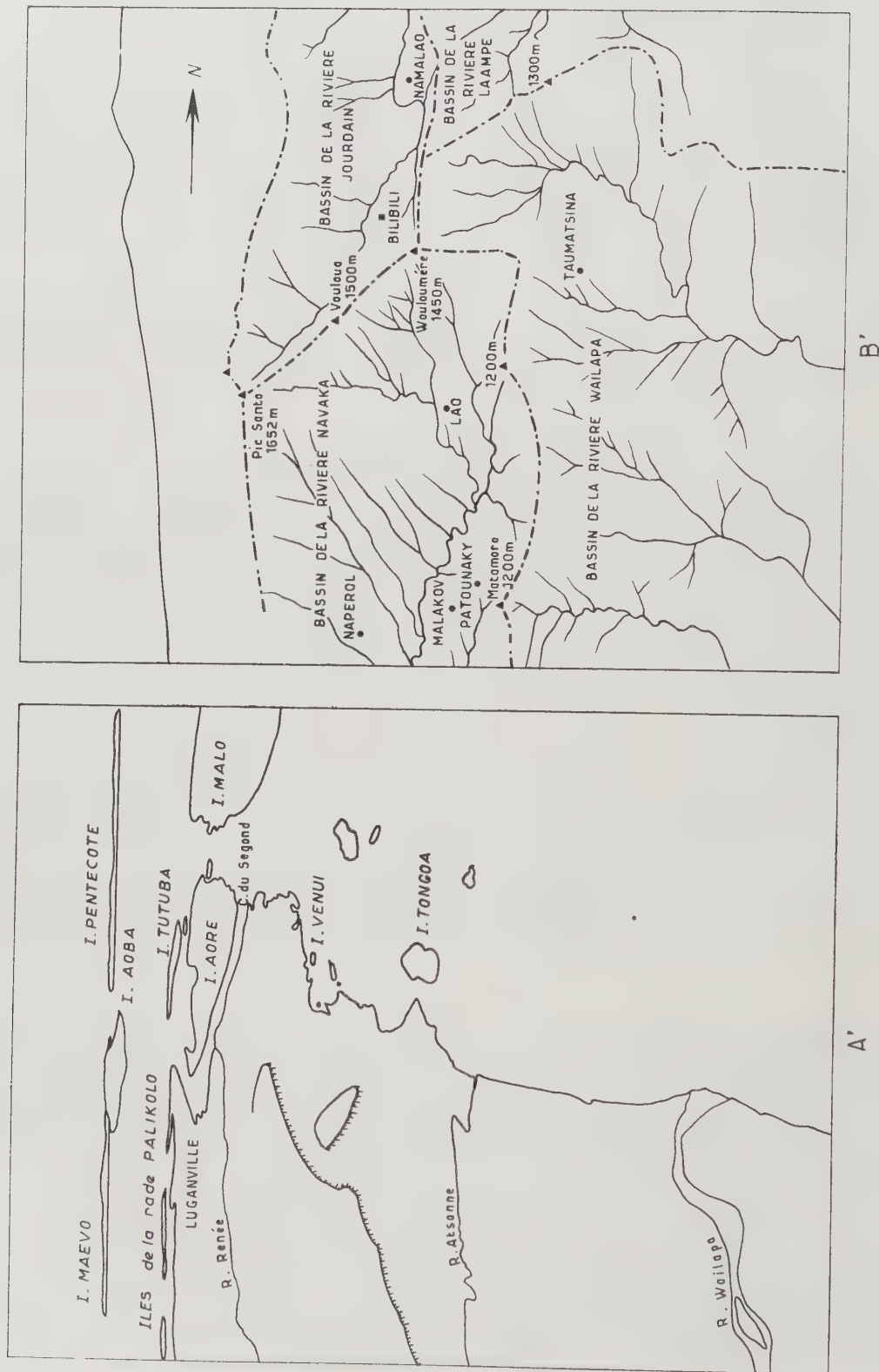
Une faille N-S recoupe le milieu du plateau et elle affecte les couches calcaires de Papataï d'un léger pendage vers l'Est à l'Est et vers l'Ouest à l'Ouest (fig. 30 B). Les deux séries de gradins s'éloignent les unes des autres et, dans une dépression, les tuffeaux calcaires de Pialapa affleurent sous les calcaires coralliens.

Sur le côté ouest, le massif calcaire dépasse la cote de 400 mètres et il y a toujours sept gradins qui correspondent en partie aux subsidences successives pendant la croissance des coraux et, en partie, aux exhaussements qui ont amené cette partie de l'île à la cote actuelle.

Haute vallée de la rivière Sarakata.

Dans la haute vallée, l'affluent rive droite, la rivière Ouneboura, prend sa source dans les calcaires de Papataï ; puis il coule sur les tuffeaux calcaires de Pialapa, puis sur les formations de Bayalo (Pliocène) comprenant des brèches, des agglomérats et des tufs andésitiques injectés par un dyke de basaltes à plagioclase. Il rejoint après la rivière Sarakata.

La rivière Sarakata (fig. 30 C) prend sa source dans les calcaires de Papataï, coule ensuite sur les tuffeaux calcaires de Pialapa, puis sur les formations de Bayalo ; c'est là qu'elle reçoit son affluent rive droite. Le passage entre les brèches volcaniques et les tuffeaux calcaires se fait progressivement en passant, du bas vers le haut, par des brèches grossières, des agglomérats fins, des tufs marneux grossiers, puis des tufs marneux fins et enfin des tuffeaux calcaires.



PLANGHE XVI. — Photographies aériennes de la région du Canal du Second et du massif du Pic Santo, et croquis interprétatifs (Ile de Santo).



III



IV

CLICHES U. S. AIR FORCE



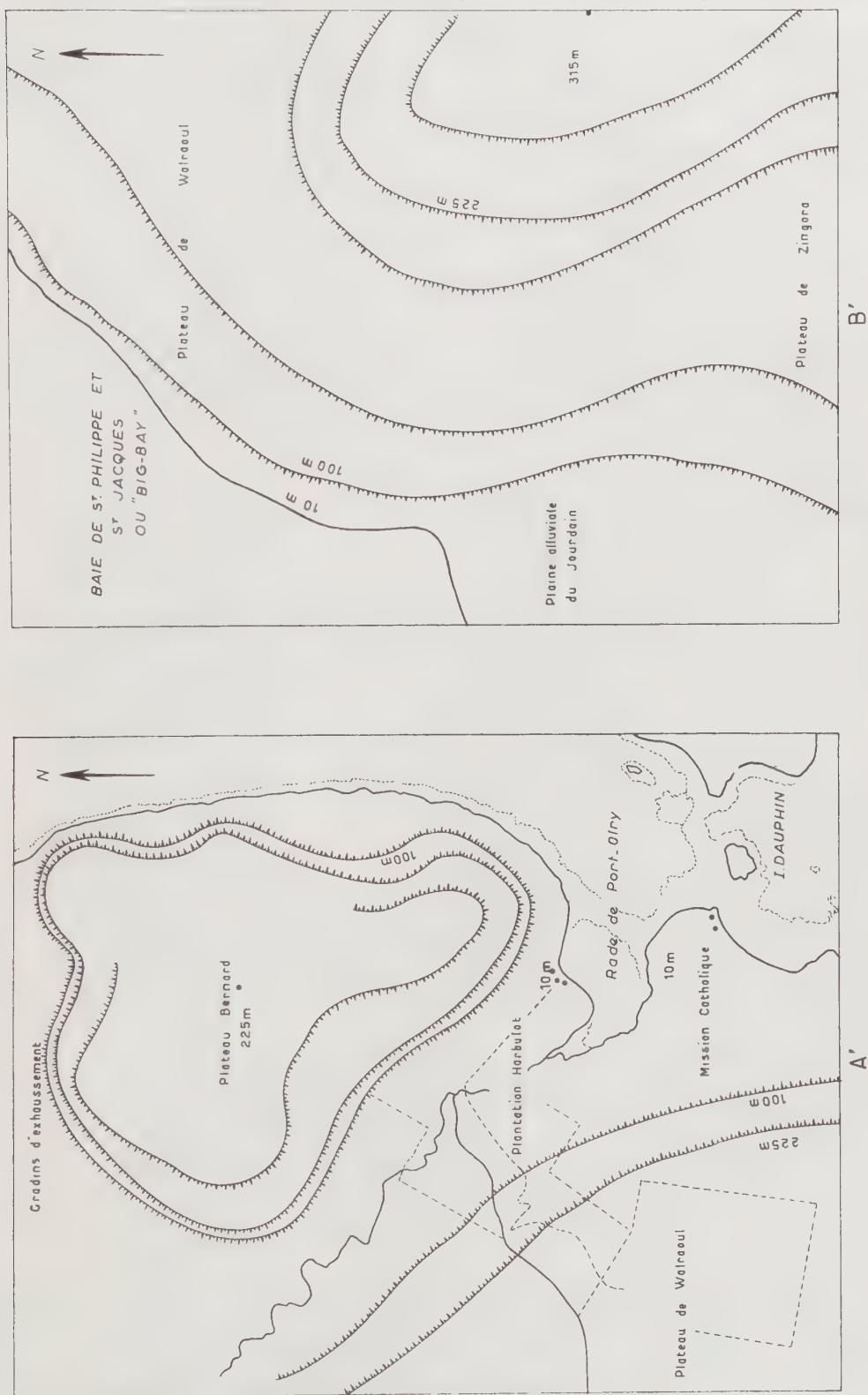
B



A

CLICHES U. S. AIR FORCE

J.-M. OBELLIANNE — Contribution à la connaissance géologique de l'archipel des Nouvelles-Hébrides
Iles Vaté, Pentecôte, Maéwo, Santo



PLANGHE XVII. — Photographies aériennes du secteur de Port-Oiry et du fond de la Baie de Saint-Philippe et de Saint-Jacques, et croquis interprétatifs (Ile de Santo)

A un moment, la rivière traverse une faille N-S marquée par une zone de brèches silicifiées avec un peu de pyrite. Dans ce passage, la vallée est spacieuse et le bassin est limité par des failles E-W marquées, elles aussi, par des zones silicifiées visibles dans les rivières adjacentes.

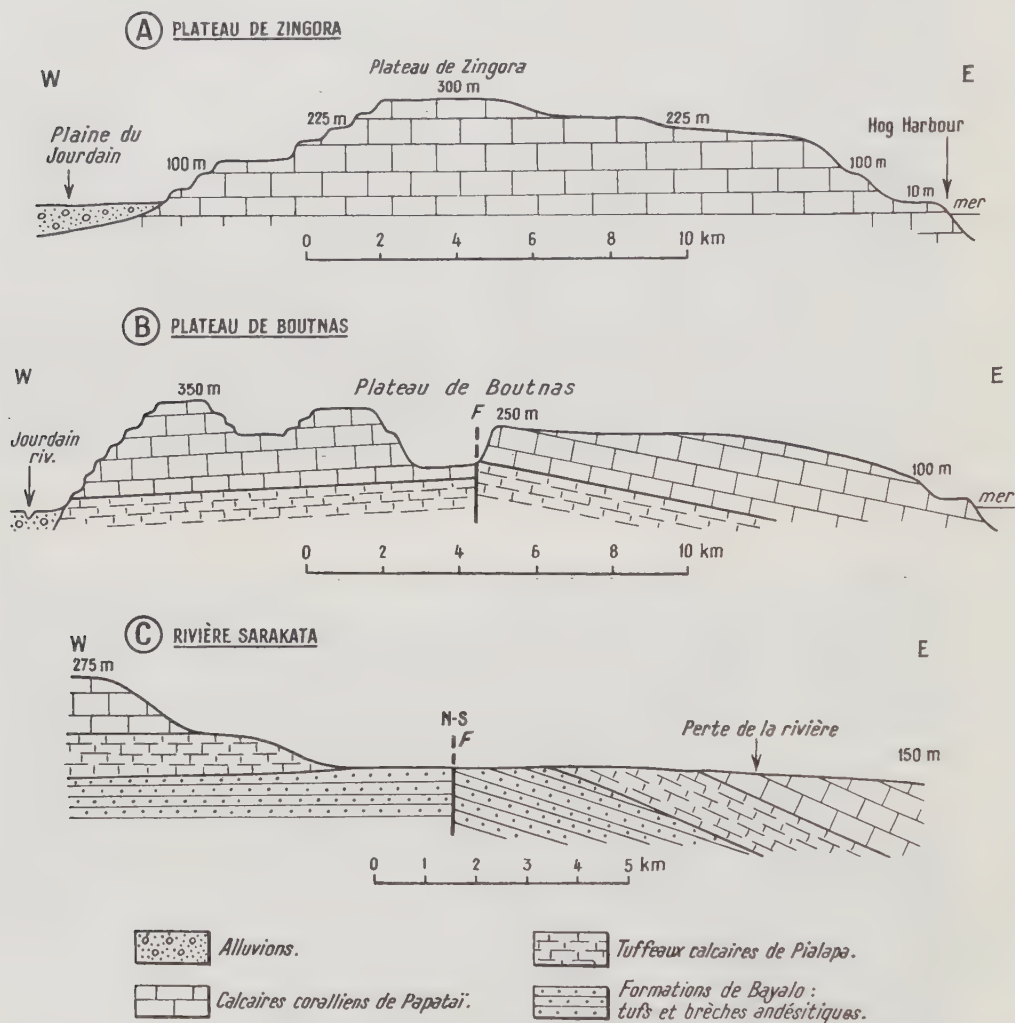


FIG. 30. — Coupes géologiques schématiques de la région du Cap-Queiroz et du Canal (Partie est de l'île de Santo).

Après la faille, les tuffeux ont un pendage de 20° vers l'Est et la rivière disparaît dans les bancs de calcaires coralliens de Papataï qui recouvrent en concordance les tuffeux. Elle coule ensuite dans les calcaires jusqu'à son embouchure. La vallée est large et envahie par les alluvions ; elle est due à, une grande faille NNW-SSE.

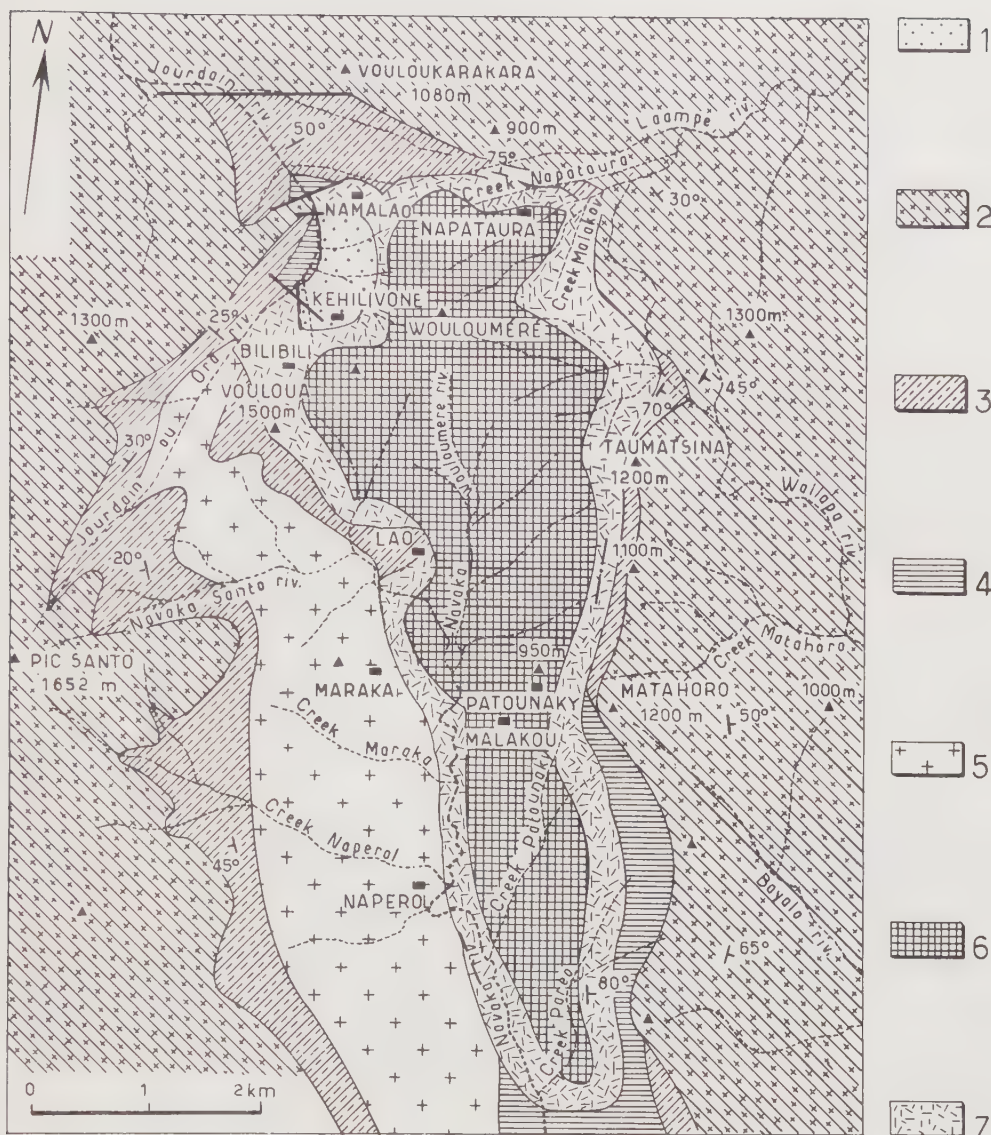


FIG. 31. — Carte géologique schématique de la Boutonnière du Mont Woulouméré (Ile de Santo) (Echelle : 1/80.000°).

1. - Alluvions lacustres anciennes constituées par des marnes bleutées et des argiles. Quaternaire.
2. - Série volcanique de Bayalo avec surtout des matériaux pyroclastiques : tufs, brèches, agglomérats d'andésites et de basaltes. Tufs andésitiques stratifiés de Wailapa. Pliocène probable.
3. - Calcaires compacts de Matai, souvent cristallins par suite du voisinage du massif intrusif de roches grenues. Miocène moyen.
4. - Tufs stratifiés andésitiques de Tasériki, brèches andésitiques très grossières de Napérol et tufs verts de Navaka. Anté-miocène et Miocène inférieur.
5. - Pointements et dykes d'andésites à hypersthène et hornblende verte des formations volcaniques de Napérol. Anté-miocène et Miocène inférieur.
6. - Roches grenues de Patounaky. Massif intrusif de roches grenues : diorites avec les faciès de bordure, en particulier des gabbros. Miocène supérieur probable.
7. - Roches de contact de Napataura comprenant des microgabbros au contact des andésites et des cornes vertes au contact des calcaires et des tufs andésitiques. Miocène supérieur probable.

PARTIE OUEST DE L'ILE

Cette partie très montagneuse est découpée par de nombreuses rivières. Du point de vue géologique, elle est certainement un des endroits des Nouvelles-Hébrides comportant le plus de variétés de roches et, aussi, les formations les plus anciennes.

RÉGION DE LA NAVAKA

Cette région comporte le massif du Pic Santo qui culmine à 1.652 mètres et, plus au Nord, le massif du Mont Tabouémasana, le point culminant avec 1.811 mètres. Les deux massifs sont reliés par une ligne de crête courbe qui se tient à une altitude moyenne de 1.400 mètres (Pl. XVI, B et B'). Cette ligne de crête constitue le bord occidental d'une large boutonnière où viennent se former les plus grandes rivières de l'île : Navaka, Wailapa, Laampé et Jourdain.

La boutonnière, avec 15 kilomètres de long et 6 kilomètres de large, s'ouvre largement sur toutes les formations sédimentaires, volcaniques et cristallines de l'île de Santo (fig. 31). En son centre, affleure un batholite de roches grenues, diorites et granodiorites (Formations de Patounaky). Il culmine à 1.450 mètres au Mont Woulouméré et il est entouré par une auréole de métamorphisme comprenant les roches de contact de Napataura.

Les roches grenues sont intrusives à travers les formations de Navaka (tufs verts), de Napérol (andésites à hornblende), de Tasériké (tufs andésitiques) et de Mataï (calcaires compacts à Foraminifères). Toutes ces formations sont bien exposées au fond de la vallée de la rivière Navaka.

Vers l'Est, la boutonnière est bordée, comme à l'Ouest, par une ligne de crête presque continue, mais seulement à l'altitude moyenne de 1.100 mètres (Mont Matahoro, le point culminant, avec 1.200 m.). Elle est constituée, comme d'ailleurs tous les sommets de la partie ouest, par les formations volcaniques de Bayalo (Pliocène).

Pour l'étude de cette région, les divisions suivantes seront adoptées :

- La boutonnière du Mont Woulouméré avec les hautes vallées des rivières Navaka, Wailapa, Laampé, Jourdain et Vatépoussa ;
- les confins sud-ouest du Massif du Pic Santo avec les rivières Boubho et Nub Hill ;
- Les confins sud et sud-est de la boutonnière avec la basse vallée de la rivière Navaka et la rivière Bayalo.

BOUTONNIERE DU MONT WOULOUMERE

Rivière Navaka.

Dans sa haute vallée, la rivière Navaka est divisée en deux branches : la branche du Pic Santo et la branche du Mont Woulouméré (fig. 31 et Pl. XVI, B').

La branche du Pic Santo (fig. 32 A) prend sa source au pied NE de cette montagne dans les formations volcaniques de Bayalo (Pliocène). Elle traverse ensuite les bancs des

calcaires compacts sublithographiques de Mataï ayant un pendage de 20° vers le WSW. Après, elle pénètre profondément dans des andésites à hornblende verte de la série de Napérol, plus ou moins affectées par le métamorphisme de contact provoqué par les roches

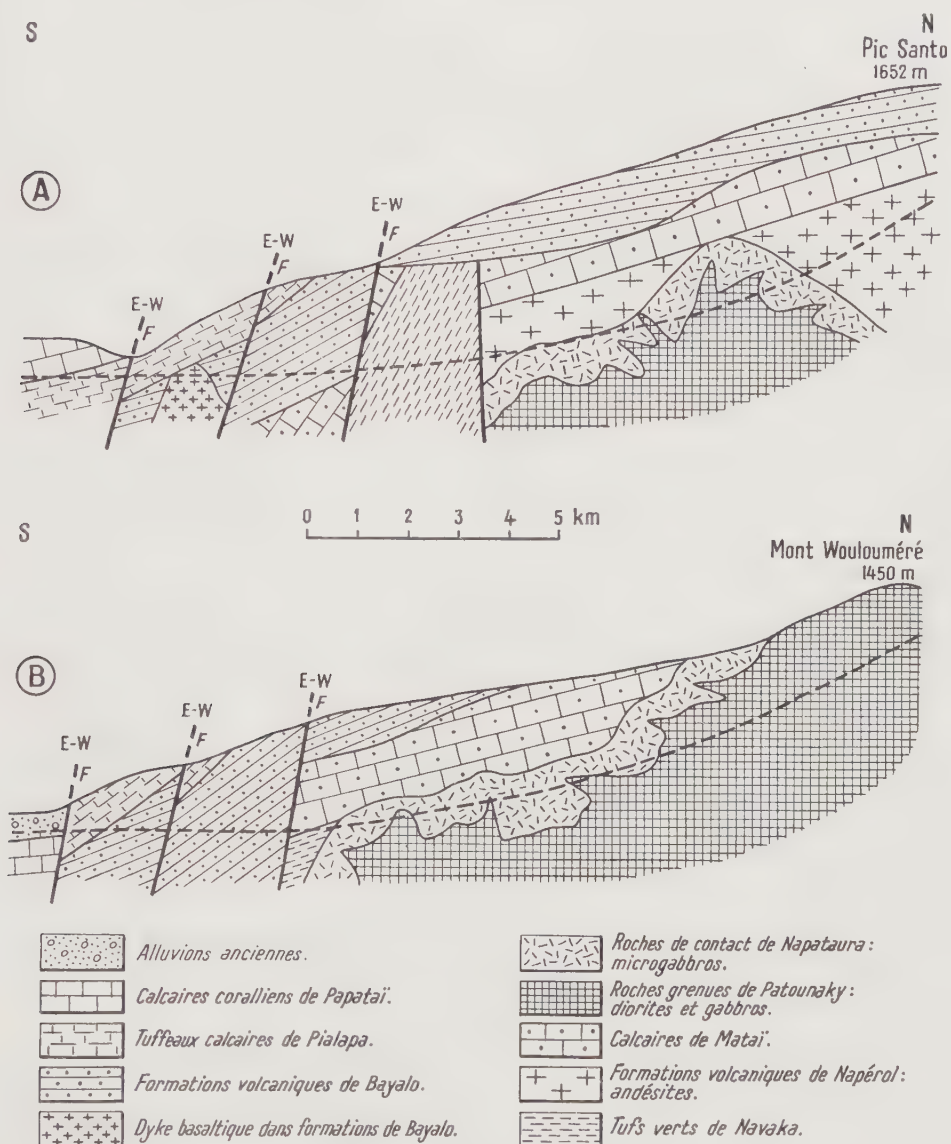


FIG. 32. — Coupes géologiques schématiques dans la région de la Navaka (Partie ouest de l'île de Santo, Boutonnière du Mont Woulouméré).

A : Coupe de la rive droite de la rivière Navaka, vers le Pic Santo.

B : Coupe de la rive gauche, vers le Mont Woulouméré.

grenues de Patounaky (échantillon SA-117). Avant de s'infléchir vers le Sud, la rivière pénètre profondément dans la ceinture des roches de contact de Napataura (échantillon

SA-114) qui entourent les roches grenues. Puis elle entaille les roches de Patounaky, ici bien homogènes, leucocrates et assez fortement altérées. Elle rejoint ensuite la branche du Mont Woulouméré en bordure du batholite de diorites.

La branche du Mont Woulouméré (fig. 32 B) prend sa source au pied méridional du Mont Woulouméré, c'est-à-dire au centre du batholite des roches grenues de Patounaky. Jusqu'à son confluent avec la branche du Pic Santo, elle coule sur ces roches sans pénétrer profondément à l'intérieur du massif et, sur la rive droite, le contact avec les roches de Napataura se trouve à mi-pente au pied oriental du village de Lao. A cet endroit, les roches grenues contiennent des enclaves assez foncées, malheureusement complètement altérées.

Après le confluent (fig. 32 A et B), la rivière Navaka traverse le contact entre les roches grenues de Patounaky et les roches de contact de Napataura (microgabbros). Dans le détail, le contact est franc : on passe brusquement de la roche grenue, ici probablement un gabbro à augite (échantillon SA-142 - III), à la roche microgrenue, ici un microgabbro à hornblende (échantillon SA-114). Dans l'ensemble, la roche grenue leucocrate envoie dans la roche de contact toute une série d'apophyses fines très rapprochées les unes des autres et ressemblant ainsi à un « mycélium ».

Après une jolie cascade qui se trouve à 50 mètres environ en aval du contact, la rivière Navaka coule dans les roches de contact jusqu'au voisinage du village de Napérol. Elle recoupe toute une série d'apophyses et de filons de roches grenues provenant du batholite qui affleure sur la rive gauche, plus particulièrement dans les creeks Patounaky et Paréo. Un de ces filons a été étudié en lames minces ; il correspond à une diorite leucocrate à augite, intermédiaire entre les diorites et les diorites quartzifères (échantillon SA-107 - I) ; la roche encaissante est un microgabbro à hornblende qui correspond au faciès microgrenu des roches de contact de Napataura (échantillon SA-107 - II).

Au droit du village de Napérol, la vallée s'élargit tout en étant toujours très profonde et il existe sur la rive droite des andésites à pyroxène et amphibole de la formation de Napérol (échantillon SA-105). Ces dernières sont accompagnées par une grande épaisseur de brèches à ciment cristallisé. Sur la rive gauche, il affleure toujours les roches de contact de Napataura et, dans les creeks Patounaky et Paréo, les roches grenues de Patounaky.

Après un passage assez broyé (brèche de faille), la rivière Navaka pénètre dans les formations volcano-sédimentaires de Navaka et de Tasériké. Les couches stratifiées sont fortement redressées et les pendages sont voisins de la verticale.

En un point, ces pendages sont plus calmes et des couches bien stratifiées de tufs verts de la série de Navaka affleurent avec un pendage de 20° vers le Sud ; ils sont injectés par des andésites à pyroxène assez claires (type : échantillon SA-105) de la série de Napérol.

Après le passage d'une grande faille E-W, la rivière coule dans les formations volcaniques de Bayalo avec des brèches, des agglomérats et des petits dykes d'andésites labradoriques et de basaltes à plagioclase (type : échantillon SA-6).

N.B. — La coupe schématique de la rive gauche (fig. 32 B) représente la succession des roches que l'on rencontre sur le flanc gauche de la vallée, plus particulièrement dans les creeks Patounaky et Paréo.

Rivière Wailapa.

La rivière Wailapa (fig. 33 A) prend sa source au pied ouest du Mont Woulouméré, en plein centre du batholite des roches grenues de Patounaky (diorites et gabbros). Assez rapidement, elle pénètre dans les gabbros à diallage (échantillon SA-122) qui représentent le faciès de bordure des roches intrusives. Puis, elle traverse les roches de contact de Napataura comportant des roches microgrenues de couleur verte : les microgabbros à amphibole des faciès microgrenus (échantillon SA-121). Ces roches ont une stratification apparente grossière; elles sont fortement redressées avec un pendage de 70° vers l'Est. Viennent ensuite les roches de contact à faciès microlitique sous phénocristaux visibles, celles-ci bien stratifiées avec un pendage de 70° vers l'ESE ; et, pour terminer, la formation de Wailapa plus ou moins mélangées avec les formations volcaniques de Bayalo. Le contact est franc et discordant. Un conglomérat de base ressemblant à une brèche volcanique présente une épaisseur d'environ 30 mètres. Au-dessus, affleurent les couches des tufs andésitiques stratifiés de la formation de Wailapa avec un pendage de 45° vers le SE. Plus en aval, les pendages sont plus faibles (30° et 20°) et ils s'incurvent vers le Sud.

Au niveau du confluent avec le creek Matahoro (rive droite), la rivière coule dans les formations volcaniques de Bayalo représentées par des brèches, des agglomérats et des tufs andésitiques et basaltiques. Les couches, quand elles sont stratifiées (tufs), ont un pendage de 40° vers le Sud.

Dans la basse vallée, la rivière pénètre de nouveau dans les tufs stratifiés de Wailapa ayant un pendage de 45° vers le SSW ; elle traverse ensuite les tuffeux calcaires de Pialapa en discordance sur les tufs volcaniques avec un pendage de 20° vers le Sud.

Rivière Laampe.

La rivière Laampe (fig. 33 B), qui est le plus gros affluent rive droite de la basse vallée de la rivière Jourdain, prend sa source au pied NE du Mont Woulouméré, au centre du batholite de roches grenues, ici leucocrates et fortement altérées (diorites et granodiorites).

Elle entame ensuite les roches de contact de Napataura représentées par des microgabbros à amphibole et des cornes vertes. Par places et plus particulièrement dans le creek Malakov, le premier affluent sur la rive droite, des lambeaux de calcaires n'ont pas été entièrement transformés ; ils sont représentés par des cipolins à très grands cristaux de calcite.

Un peu en aval du confluent avec le creek Malakov, la rivière pénètre dans les formations volcaniques de Bayalo et de Wailapa ; un conglomérat de base ressemblant à une brèche volcanique à ciment cristallisé est discordant sur les roches de contact. Apparemment, cette brèche a une épaisseur de 50 mètres environ avec un pendage de 65° vers le NE ; les tufs stratifiés de Wailapa que l'on trouve au-dessus ont, plus en aval, un pendage de 30° vers le NE par suite du passage d'une faille orientée approximativement NW-SE.

Dans le creek Napataura, deuxième affluent de la rive gauche, les roches de contact sont particulièrement bien exposées ; elles sont redressées à la verticale et elles contiennent toutes les variétés des roches de contact : calcaires cristallins, cipolins à grands

cristaux en lambeaux et placages, cornes vertes sans phénocristaux (type : échantillon SA-233), cornes vertes à phénocristaux d'amphibole et de chlorites (type : échantillon SA-136, mais moins cristallisées), microgabbros à amphibole (type : échantillons SA-121 et SA-136) et gabbros à amphibole (type : échantillon SA-122). A la source de ce creek, on trouve des diorites (type : échantillon SA-142 - II).

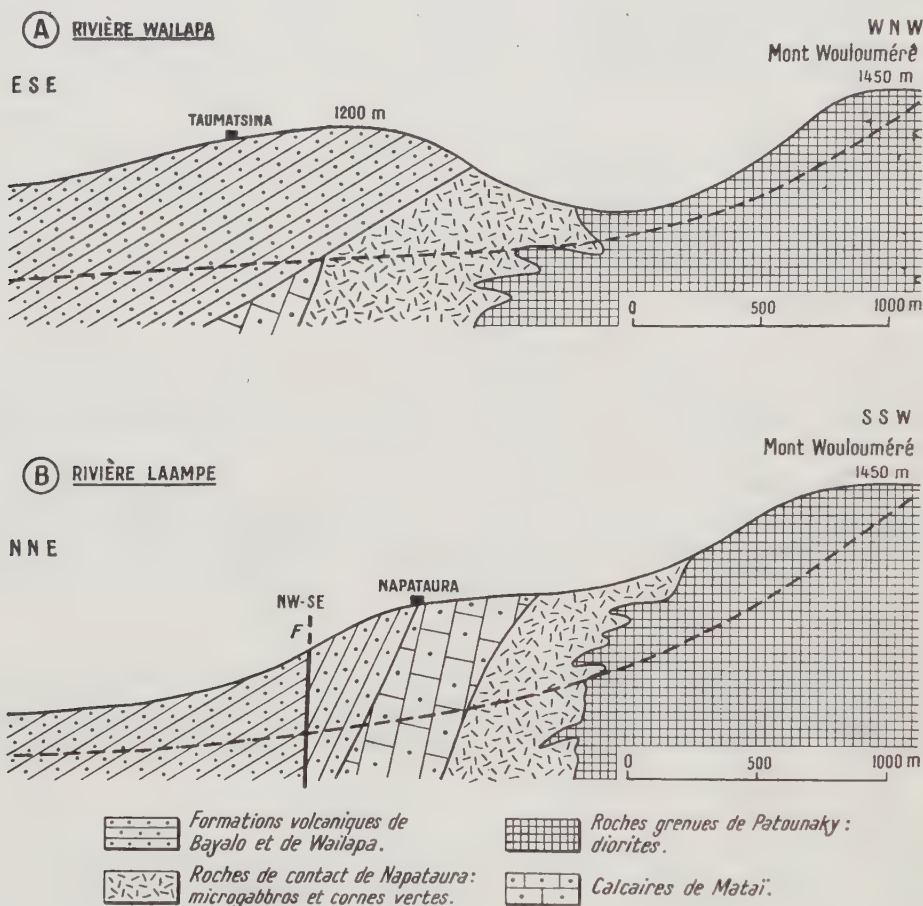


FIG. 33. — Coupes géologiques schématiques dans la région de la Navaka (Partie ouest de l'île de Santo, Boutonnière du Mont Woulouméré).

Rivière Jourdain.

La rivière Jourdain (fig. 34 A) prend sa source au pied du Pic Santo dans les formations volcaniques de Bayalo : tufs et brèches très allérées en surface. Elle pénètre ensuite dans les calcaires compacts de Mataï bien stratifiés en gros bancs, avec un pendage de 30° vers le NW. Puis elle s'ouvre une vallée étroite dans les andésites à pyroxène des formations de Napérol. Ces andésites (échantillon SA-137) se trouvent ici juste sous les calcaires.

Au niveau du village de Bilibili (sur la rive droite), la rivière pénètre dans les roches de contact de Napataura sans atteindre le batholite. Ces roches sont représentées par des

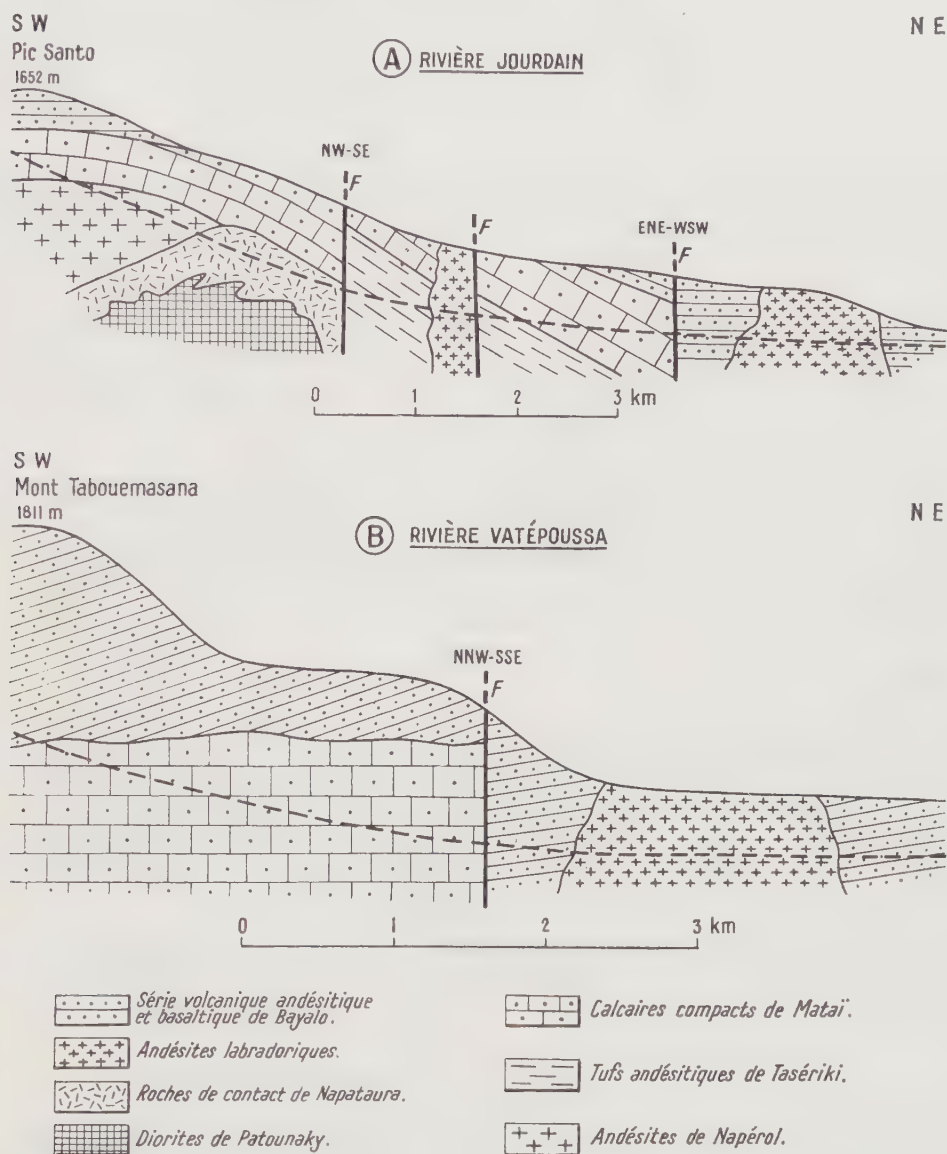


FIG. 34. — Coupes géologiques schématiques de la région de la Navaka (Partie ouest de l'île de Santo, Boutonnière du Mont Woulouméré).

- A : Rivière Jourdain (coupe de la rive gauche dans la haute vallée)
B : Rivière Vatépoussa affluent de la rive gauche dans la haute vallée du Jourdain.

faciès microgrenus (microgabbros à hornblende verte et chlorites : échantillon SA-136), par des faciès microlitiques (cornes vertes sans phénocristaux : échantillon SA-233) et par des faciès externes (cipolins et calcaires cristallins).

Après le passage d'une faille NW-SE, des affleurements de tufs andésitiques de Tasérikî, contenant des chlorites (faciès externes), sont bien stratifiés avec un pendage de 35° vers le NE. Au-dessus, affleurent des calcaires cristallins.

La rivière arrive alors à l'emplacement de l'ancien lac de Kéhilivone : les alluvions lacustres sont représentées par des cônes d'éboulis, des cônes de déjection, des cailloutis et des marnes bleutées stratifiées dépourvues de fossiles. L'épaisseur de la formation ne dépasse pas 30 mètres.

Au droit du village de Namalao, installé sur le verrou de l'ancien lac (éboulement de la montagne sur la rive gauche) et dans le lit de la rivière, un épanchement d'andésites labradoriques des formations de Bayalo est monté entre deux failles E-W et WSW-ENE.

Puis, de nouveau, le Jourdain coule dans les tufs de Tasérikî surmontés en concordance par les calcaires compacts de Mataï. Au-dessus des calcaires, on trouve en discordance des brèches et des agglomérats andésitiques des formations volcaniques de Bayalo. Les couches stratifiées ont un pendage de 50° vers le NW et elles sont traversées par quelques filons d'andésites labradoriques (Bayalo).

Au droit du Mont Wouloukarakara, une très grande faille grossièrement E-W fait disparaître les roches de la boutonnière du Mont Woulouméré. Au-delà, vers le Nord, il n'existe plus que des formations volcaniques de Bayalo (Pliocène) avec des pointements assez importants d'andésites labradoriques. On se trouve probablement près d'un des centres d'émission des laves andésitiques et basaltiques de la série de Bayalo, laves formant la masse des plus hauts sommets (Mont Tabouémasana).

Rivière Vatépoussa.

La rivière Vatépoussa (fig. 34 B), premier affluent important sur la rive gauche dans la moyenne vallée de la rivière Jourdain, possède un très grand bassin qui ne fait pas partie de la boutonnière du Mont Woulouméré. Elle draine, en effet, les formations volcaniques de Bayalo (brèches, agglomérats et tufs d'andésites labradoriques et de basaltes à plagioclase) qui recouvrent en discordance les calcaires compacts de Mataï (le village de Mataï domine le confluent des rivières Vatépoussa et Jourdain).

L'épaisseur des calcaires dépasse 500 mètres. Ils sont stratifiés en bancs de 2 à 5 mètres de hauteur et la stratification est quasi horizontale. Au-dessus, on trouve environ 1 000 mètres de roches volcaniques (Bayalo).

CONFINS SUD-OUEST DU MASSIF DU PIC SANTO

Dans cette zone, la tectonique est très confuse et il est difficile de trouver les relations réelles qui existent entre les différentes formations. Les failles les plus importantes sont grossièrement NNW-SSE (Pl. C) et généralement envahies par les formations volcaniques de Bayalo (Pliocène). Malgré tout, on peut reconnaître dans cette zone la succession suivante. Les roches les plus anciennes (anté-Miocène) sont représentées par des brèches d'andésites à hornblende (Napérol). Vient au-dessus la formation de Tasérikî (tufs stratifiés) du Miocène inférieur plus ou moins injectée par les formations de Napérol, andésites à pyroxène du Miocène inférieur. Puis, les calcaires compacts de Mataï du Miocène moyen. Puis, les formations volcaniques de Bayalo avec des brèches, des agglomérats, des tufs (formation de Waillapa), des andésites labradoriques et des basaltes à

plagioclases en pointements, dykes et filons. Au-dessus, en discordance, affleurent les formations de PIALAPA (tuffeux calcaires du Pliocène supérieur et du Pléistocène) et de PAPATAÏ (calcaires coralliens surélevés du Pléistocène). La structure générale est illustrée par la coupe de la rivière Boubho pour les confins SW du massif du Pic Santo et par la coupe de la rivière Nub-Hill pour les formations proches du bord de mer.

Rivière Boubho.

La rivière Boubho (fig. 35 A) prend sa source au pied sud du Pic Santo dans les formations volcaniques de Bayalo : brèches, agglomérats, tufs andésitiques alternant avec des tufs stratifiés andésitiques de Wailapa. Ces matériaux pyroclastiques sont discordants sur les calcaires de Mataï cachés dans le fond de la vallée par une couche d'alluvions.

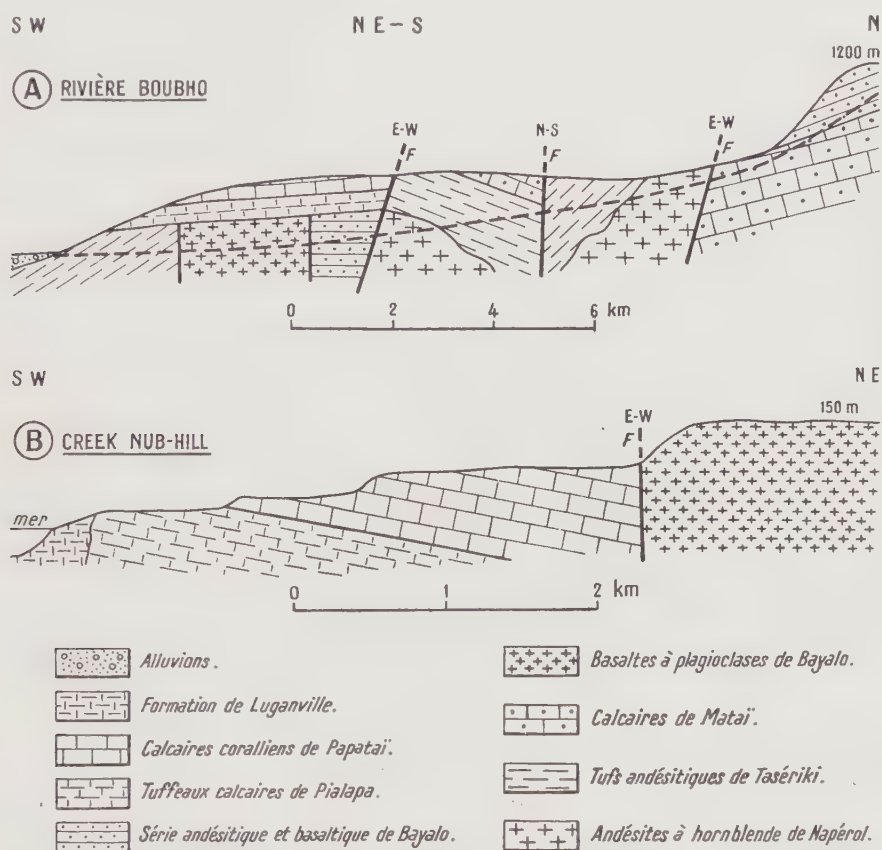


FIG. 35. — Coupes géologiques schématisques de la région de la Navaka (Partie ouest de l'île de Santo, Confins SW du massif du Pic Santo).

La rivière traverse ensuite une faille E-W (probablement la même que celle de la moyenne vallée de la rivière Navaka) ; elle coule ensuite dans les andésites à pyroxène des formations de Napérol surmontées par les tufs andésitiques de Tasériki. Les tufs sont également recouverts en concordance par les calcaires de Mataï qui forment une grande partie du Mont Patuatabua (rive droite). Ces calcaires sont eux-mêmes surmontés par les formations de Bayalo. Les tufs stratifiés de Tasériki ont des pendages variables (35°

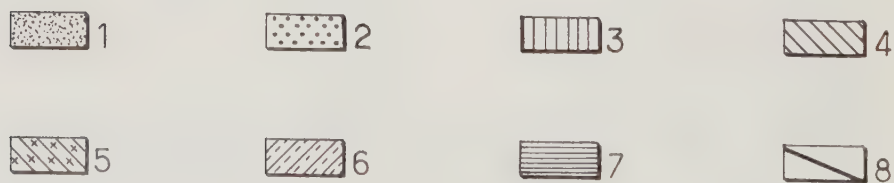
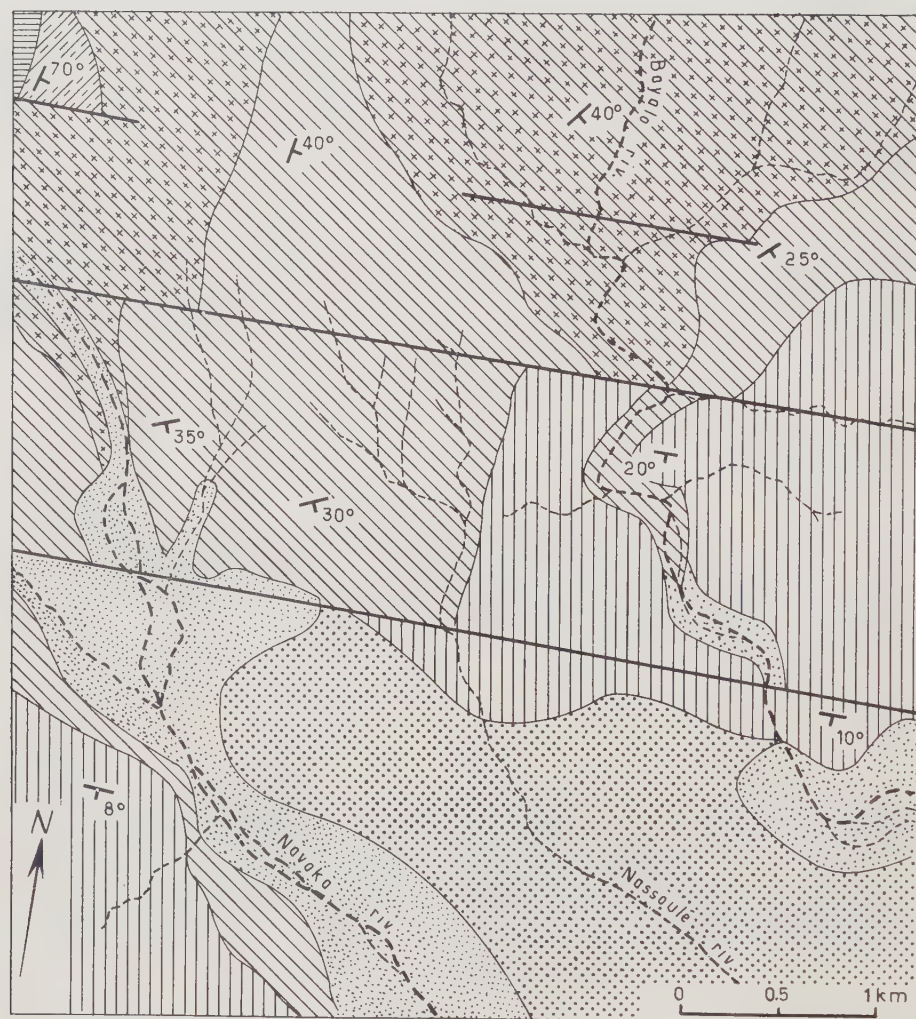


FIG. 36. — Coupes géologiques schématiques de la région de la Navaka (Partie ouest de l'île de Santo), Confins S et SE de la Boutonnière du Mont Woulouméré) (Echelle : 1/40.000°).

1. - Alluvions des rivières.
2. - Alluvions anciennes subactuelles.
3. - Calcaires coralliens de Papataï (Pléistocène probable).
4. - Tuffeaux calcaires de Pialapa (Pléistocène probable).
5. - Série volcanique de Bayalo (Pliocène probable).
6. - Calcaires compacts de Mataï (Miocène moyen).
7. - Tufs andésitiques de Tasériké (Miocène inférieur).
8. - Failles.

vers l'Ouest et 25° vers le NNE) et ils sont traversés par un grand nombre de failles N-S et NNW-SSE. Des basaltes à plagioclase de la série de Bayalo se sont parfois épanchés dans ces failles, formant ainsi de petits dykes (échantillon SA-6).

Quittant les andésites et les tufs andésitiques, la rivière traverse une seconde faille importante E-W à pendage de 70° vers le Sud, que l'on retrouve également dans la rivière Navaka, puis elle pénètre dans les brèches et les agglomérats de basaltes à plagioclase de la série de Bayalo.

Plus en aval, deux failles dirigées NNW-SSE limitent un épanchement fissural de basaltes à plagioclase de la série de Bayalo. Au-dessus, des tuffeaux calcaires (Pialapa) et des calcaires coralliens (Papataï) sont subhorizontaux.

Près de son embouchure, la rivière coule dans les tufs andésitiques de Tasérikî ayant un pendage de 70° vers le SW, puis de 25° après le passage d'une faille E-W. Ces tufs sont recouverts en discordance par les formations de Pialapa et de Papataï.

Rivière Nub-Hill.

La rivière Nub-Hill (fig. 35 B), de très petite taille, prend sa source sur le plateau calcaire qui domine la rive droite de la rivière Navaka. Elle rejoint ainsi rapidement, sous les calcaires, un affleurement de basaltes labradoriques limités vers le Sud par une faille E-W qui amène dans le fond de la vallée les calcaires coralliens de Papataï affectés d'un pendage de 15° vers le NE. En-dessous de ces calcaires, les tuffeaux calcaires de Pialapa, en bancs épais, affleurent jusqu'au voisinage du bord de mer où les formations coralliennes de Luganville subactuelles ont recouverts les affleurements.

CONFINS SUD ET SUD-EST DE LA BOUTONNIERE

La carte géologique schématique (fig. 36) représente les basses vallées des rivières Navaka et Bayalo et montre les relations entre les diverses formations sédimentaires du Quaternaire : les tuffeaux calcaires de Pialapa, ici probablement pléistocènes, les calcaires coralliens de Papataï également pléistocènes et les alluvions anciennes et récentes. Deux grandes failles E-W exhaussent les formations en allant vers le Nord avec des rejets dépassant 200 mètres. Vers la montagne, les pendages sont assez forts vers le Sud, le SE et l'Est, mais près du bord de mer, les pendages des couches sédimentaires se maintiennent autour de 8° vers le Sud.

Rivière Bayalo.

La rivière Bayalo (fig. 37) prend sa source au pied sud du Mont Matahoro (1.200 m), dans les formations de tufs stratifiés de Wailapa qui recouvrent en discordance les roches de contact de Napataura et les calcaires de Mataï. Les strates sont fortement inclinées et les pendages atteignent 50° vers le Sud. Au milieu de ces tufs stratifiés, on rencontre souvent des passages importants de brèches, d'agglomérats et de tufs massifs andésitiques et basaltiques de la série de Bayalo.

En descendant la rivière, on a toujours les mêmes formations : tufs stratifiés de Wailapa, brèches, agglomérats et tufs de Bayalo. Les affleurements de cette dernière série sont les plus nombreux et les plus jolis ; ils sont à l'origine du nom de ces formations

volcaniques. Dans les couches stratifiées, les pendages varient de 45° vers le Sud à 70° vers le SSE.

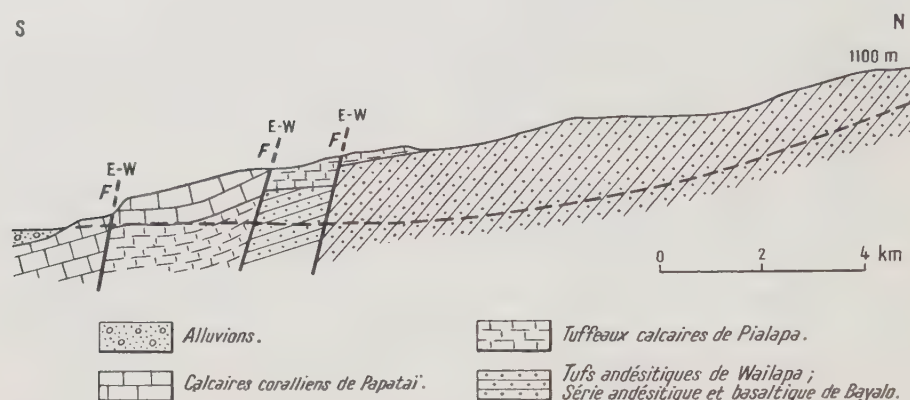


FIG. 37. — Coupe géologique schématisée de la rivière Bayalo (Région de la Navaka, Partie ouest de l'île de Santo)

Plus en aval, la rivière coule dans les brèches et les agglomérats de la série de Bayalo ; la vallée est très étroite et elle est encombrée de cascades. Dans les brèches, des blocs de roches grenues de Patounaky et de roches de contact de Napataura atteignent par endroits des dimensions de $40 \times 40 \times 50$ centimètres. Certains d'entre eux contiennent de la pyrite, exactement comme les roches cristallines de la vallée de la Navaka.

Un peu avant le confluent du principal affluent de la rive droite, la rivière traverse une formation épaisse de brèches à ciment de lave basaltique de la série de Bayalo. Ces brèches indiquent probablement un des derniers points où des émissions de laves ont eu lieu.

La rivière traverse près de ce confluent une première faille E-W et le pendage des tufs stratifiés (Wailapa) passe de 40° à 20° vers le Sud. Au-dessus des tufs, on trouve une formation peu épaisse de tuffeux calcaires de Pialapa, discordante, avec un pendage assez léger vers le Sud (10°). En aval, une deuxième faille E-W, beaucoup plus importante (une de celles que l'on rencontre dans les rivières Boubho, Navaka et Wailapa), amène en affleurement dans le lit de la rivière, les tuffeux calcaires avec un pendage de 20° vers le Sud. Au-dessus, des bancs de calcaires coralliens de Papataï se trouvent en concordance. Juste avant l'arrivée dans la plaine alluviale (alluvions anciennes à la cote 50), une troisième faille E-W recoupe la vallée et amène en affleurement des calcaires coralliens de Papataï avec un pendage de 10° vers le Sud. Donc, comme dans la basse vallée de la rivière Navaka, les failles E-W provoquent l'exhaussement des formations au Nord avec des rejets dépassant 200 mètres et affectent les séries sédimentaires attribuées au Pléistocène.

RÉGION DU CAP-CUMBERLAND

Cette région (fig. 38) couvre une très grande surface et, dans ce paragraphe, seule une partie de la côte orientale, comprise entre les rivières Ovara au Sud et Piatmatsina au Nord, est étudiée en détail.

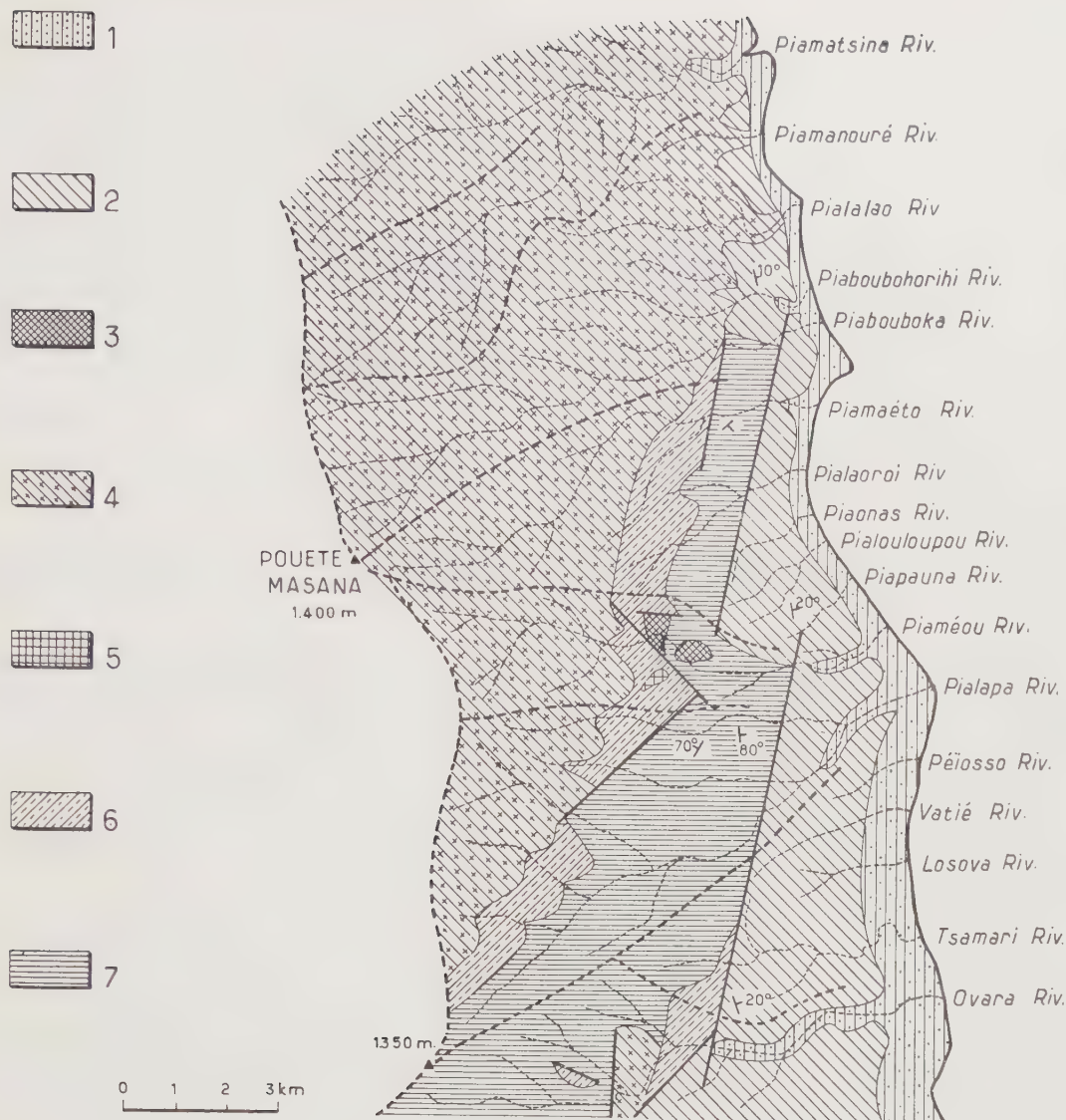


FIG. 38. — Carte géologique schématique de la région du Cap-Cumberland (Côte est de l'île de Santo) (Echelle : 1/150.000^e).

1. - Alluvions des rivières et plateformes littorales avec un soubassement en calcaires coralliens récents surélevés et recouverts par des alluvions. Actuel et Subactuel.
2. - Formation de Pialapa. Tuffeaux calcaires à éléments volcaniques, Pliocène probable.
3. - Formations de Bayalo. Basaltes à plagioclases du Pliocène en coulées, dykes et filons traversant les tufs et les brèches andésitiques et basaltiques du Pliocène. Pliocène probable.
4. - Formation de Bayalo et de Wallapa. Série volcanique avec des tufs parfois stratifiés, des brèches, des agglomérats, des coulées et des dykes de basalte à plagioclases et d'andésites labradoriques. Pliocène probable.
5. - Formation de Bayalo. Andésites labradoriques en dyke bien différencié recoupant les séries sédimentaires et volcano-sédimentaires anté-miocènes et miocènes. Pliocène probable.
6. - Calcaires compacts de Mataï parfois transformés en cipolins et en cornes vertes de Papataura par un métamorphisme au contact des roches grenues intrusives. Miocène moyen.
7. - Tufs andésitiques de Tasériké avec des tufs stratifiés, des brèches grossières et des dykes et des pointements d'andésite à hypersthène et hornblende verte des formations de Napérol et des tufs verts de Navaka. Anté-miocène et Miocène inférieur.

Le relief de cette presqu'île est très accentué : une chaîne axiale continue se tient à une altitude moyenne de 1.400 mètres et seulement 9 kilomètres séparent à vol d'oiseau la crête du bord de mer.

La géologie de l'ensemble est assez complexe. Les sommets sont formés par la série volcanique de Bayalo avec des brèches, des agglomérats et des tufs andésitiques et basaltiques. En dessous, les calcaires compacts de Mataï du Miocène moyen sont en concordance avec les tufs de Tasériki assez riches en bancs calcaires (Miocène inférieur). Ces formations recouvrent la série volcanique de Napérol avec des andésites à pyroxène en pointements, dykes et filons et des brèches andésitiques à ciment cristallisé. A la base et en discordance, on trouve les tufs verts de Navaka.

Les premiers contreforts de la montagne du côté de l'Est sont formés par les tuffeaux calcaires de Pialapa (Pliocène supérieur et Pléistocène probables).

La série de Navaka, la plus ancienne, semble partout affectée par une tectonique assez violente, difficile à définir avec précision ; les couches sont fortement redressées dans toutes les directions.

Les séries de Tasériki et de Mataï sont concordantes et elles sont, parfois, assez fortement redressées avec des pendages toujours dirigés vers l'Est, l'ESE et le SE. Il existe une discordance très nette entre ces séries et celles de Navaka.

La série de Pialapa a des faibles pendages vers le NE et l'E (entre 10° et 20°).

Dans toute cette région, les failles sont très nombreuses : celles de directions NW-SE et SW-NE ont affecté seulement les séries les plus anciennes et celles de directions SSW-NNE et N-S traversent toutes les formations.

La presqu'île du Cap-Cumberland semble correspondre à un anticlinorium dirigé NNW-SSE, complexe en profondeur (série de Navaka) et simple en surface (série de Bayalo). Les derniers mouvements correspondent à un exhaussement le long d'un horst limité par des failles de directions N-S et NNE-SSW. La structure géologique est illustrée par l'étude des principales rivières : Ovara, Pialapa, Piaméou, Piamaéto et Piamatsina. Sur la carte géologique et sur les coupes schématisées, la série de Navaka n'a pas été différenciée de la série de Tasériki, car sur le terrain, il est difficile de le faire par suite des nombreuses failles et du fait que les formations de Navaka, Napérol, Tasériki et Mataï sont souvent affectées par un léger métamorphisme (faciès externes et faciès micro-litiques, cornes vertes), dû probablement à la présence au cœur de la chaîne axiale de petites intrusions de granodiorites et diorites identiques à celles de la Boutonnière du Mont Woulouméré.

Rivière Ovara.

La rivière Ovara (fig. 39 A) prend sa source au pied de la chaîne axiale dans les formations volcaniques de Bayalo. Elle pénètre ensuite rapidement dans les séries sous-jacentes : calcaires de Mataï et tufs de Tasériki, puis dans les tufs verts de Navaka fortement redressés et plissés suivant un axe N-S. On rencontre souvent des dykes d'andésites et des passages de brèches andésitiques de la série de Napérol.

En aval, elle pénètre dans la série de tufs andésitiques de Tasériki ayant un pendage de 40° vers l'ESE. Une faille N-S amène un épanchement fissural d'andésites labradori-

ques de la série de Bayalo représentées par des brèches compactes contenant des blocs de calcaires de Mataï.

Ensuite la rivière coule dans les calcaires de Mataï, ici blancs et sublithographiques (type : échantillon SA-63-I), et, après une faille de direction NNE-SSW, elle pénètre dans les tuffeux calcaires de Pialapa avec un pendage de 20° vers l'ENE.

Au bord de mer, une plateforme littorale large d'au moins un kilomètre est formée par les alluvions des rivières.

Rivière Pialapa.

La rivière Pialapa (fig. 39 B) prend sa source au pied NE de la cote 1.300 m. Elle coule vers la mer avec une direction générale SW-NE.

Assez rapidement, la rivière pénètre dans les tufs verts de Navaka très fortement redressés (pendage 80° vers le Nord).

Le deuxième affluent sur la rive gauche prend sa source au pied oriental de la chaîne axiale dans les formations volcaniques de Bayalo ; puis le creek traverse les calcaires de Mataï avec un pendage de 15° vers l'Est. Il pénètre dans les tufs de Tasérikî concordants sous les calcaires. Ces derniers contiennent une certaine proportion de bancs calcaires et le passage d'une série à l'autre est progressif. Après la traversée d'une grande faille SW-NE, le creek coule dans les tufs verts de Navaka très redressés avec un pendage moyen de 80° vers le NE et rattrape ensuite la rivière Pialapa proprement dite.

En aval de ce confluent, des tufs verts de Navaka affleurent dans le lit avec des passées de brèches andésitiques et des petites intrusions d'andésites à pyroxène de la série de Napérol. Les pendages sont presque toujours voisins de la verticale.

A quatre kilomètres de la mer, la rivière traverse une importante faille NNE-SSW qui amène en affleurement les tuffeux calcaires de Pialapa avec un pendage de 40° vers l'Est. En approchant du bord de mer, les pendages diminuent et se tiennent autour de 20°, toujours vers l'Est. Au bord de mer, la plateforme littorale est large et formée par les alluvions des rivières.

Rivière Piaméou.

La rivière Piaméou (fig. 39 C) prend sa source dans les formations volcaniques de Bayalo. Elle coule dans la direction de l'Est et débouche bientôt dans les calcaires compacts de Mataï. Ils ont ici un fort pendage vers l'Est (45°). En dessous des calcaires, la formation de Tasérikî affleure en concordance.

En aval, après une faille de direction SW-NE, la rivière pénètre dans des cipolins et des cornes vertes (correspondant aux faciès métamorphiques externes et microlitiques des calcaires de Mataï). Il n'y a pas d'affleurement de roches grenues. Après une nouvelle faille, orientée cette fois NW-SE, elle recoupe une intrusion d'andésites labradoriques de la série de Napérol (type : échantillon SA-402) à travers les tufs de Tasérikî qui ont un pendage de 20 à 45° vers le NE.

A 2 kilomètres de la mer, une grande faille SSW-NNE amène les tuffeux calcaires de Pialapa avec un pendage de 20° vers l'Est. Au bord de mer, la plateforme littorale est plus étroite ; elle est toujours formée par les alluvions des rivières.

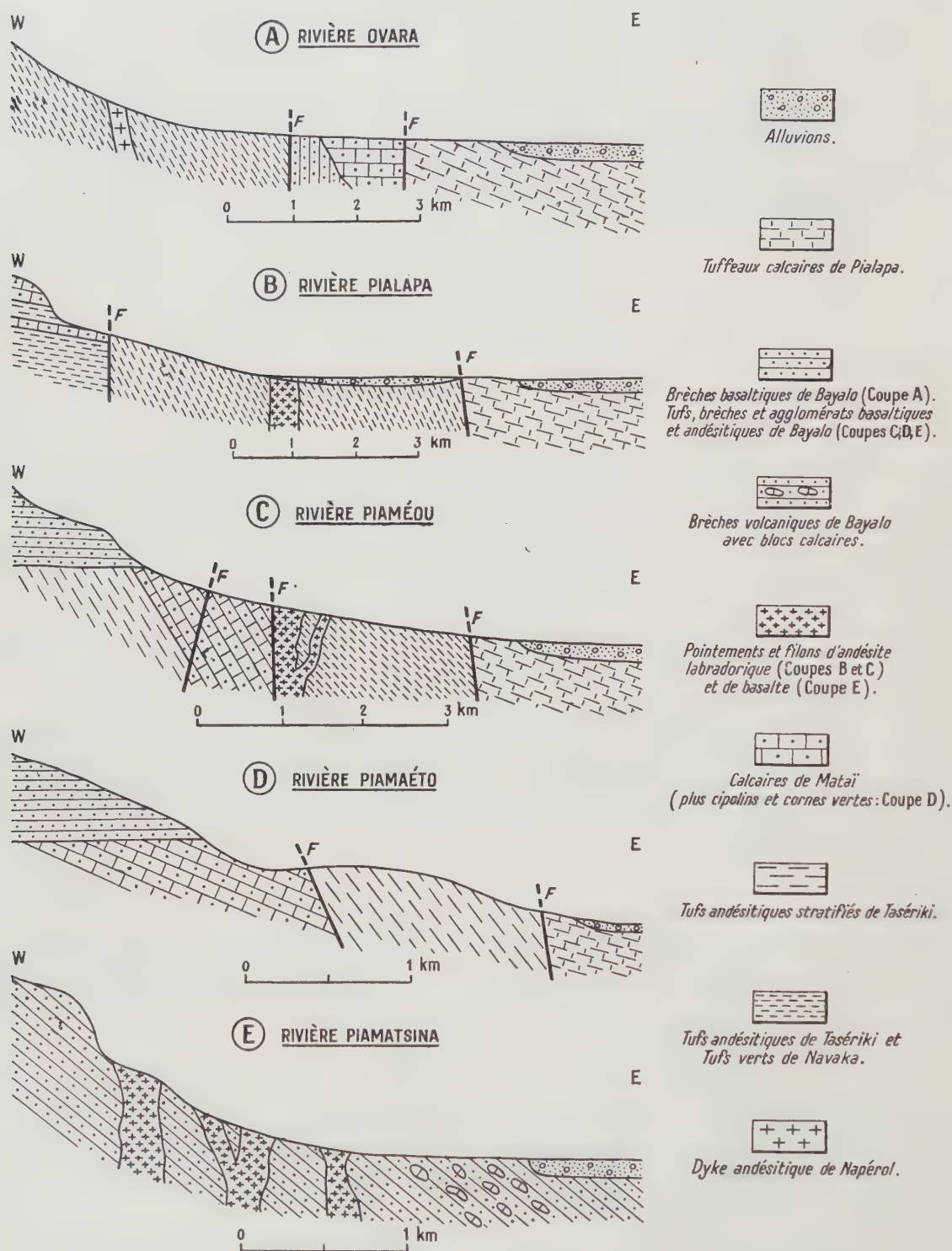


FIG. 39. — Carte géologique schématique de la région du Cap Cumberland (Côte est de l'île de Santo) (Echelle : 1/150.000°).

Rivière Piamáeto.

La rivière Piamáeto (fig. 39 D) prend sa source au pied de la chaîne axiale, dans les formations volcaniques de Bayalo. Elle coule avec une direction générale WSW-ENE et elle n'atteint les séries de Mataï et de Tasériki que dans son cours inférieur.

Les calcaires de Mataï sont en partie transformés par métamorphisme en cipolins et cornes vertes (type : échantillon SA-233). Il n'y a pas d'affleurement de roches grenues. Les calcaires ont un pendage de 25° vers l'Est et ils sont traversés par plusieurs failles de direction SSW-NNE ; l'une d'entre elles, la plus importante, appelée faille de Narata, amène en affleurement dans le lit de la rivière les tufs andésitiques de la série de Tasériki avec un pendage de 40° vers le NE.

A un kilomètre du bord de mer, une nouvelle faille SSW-NNE traverse la vallée et la rivière coule dans les tuffeux calcaires de Pialapa qui ont un pendage de 30° vers le NE. Au bord de mer, une plateforme littorale assez large est formée par les alluvions des rivières.

Rivière Piatmatsina.

Les deux branches de la rivière Piatmatsina (fig. 39 E) coulent uniquement dans les formations volcaniques de Bayalo : brèches andésitiques (types : échantillons SA-61 - I et II), agglomérats et tufs andésitiques et basaltiques plus ou moins traversés par des intrusions de dykes et filons de basaltes à plagioclase (échantillons SA-252 et SA-256).

Surtout dans la basse vallée, les brèches contiennent des blocs de calcaires de Mataï. Le ciment est alors formé par un mélange de morceaux de calcaires et de laves (type : échantillon SA-63 - II).

Conclusion.

Le centre d'émission des formations volcaniques de Bayalo se trouve au Nord de la zone étudiée dans le bassin de la rivière Piatmatsina.

Vers le Sud, les calcaires de Mataï affleurent plus particulièrement le long des failles SW-NE et de failles SSW-NNE, à l'origine du horst d'exhaussement de la chaîne axiale.

Au Sud de la zone étudiée, les formations volcano-sédimentaires et sédimentaires anté-miocènes et miocènes couvrent toute la surface. Les formations volcaniques de Bayalo ne sont plus importantes par suite de l'éloignement des centres d'émission et seuls quelques épanchements fissuraux bréchiques ont lieu dans les failles N-S.

STRATIGRAPHIE

Dans ce chapitre (fig. 40), j'étudie dans le premier paragraphe la succession stratigraphique des roches volcano-sédimentaires et sédimentaires reconnues et définies par les études de terrain et les travaux de laboratoire et dans le deuxième paragraphe, la répar-

tition chronologique des différentes venues éruptives définies dans le chapitre « Etude pétrographique ».

SUCCESION STRATIGRAPHIQUE DES ROCHES SÉDIMENTAIRES

Actuel.

— *Alluvions des bords de mer.* — Elles comprennent des sables noirs, des sables gris, des sables calcaires, des graviers, des galets et des blocs roulés de roches cristallines (diorites, gabbros, cornes vertes, andésites à pyroxène, andésites à hornblende, andésites labradoriques et basaltes à plagioclase) et de calcaires compacts.

— *Alluvions des rivières,* comprenant des sables grossiers, des cailloutis, des galets et des blocs roulés de toutes les roches connues à Santo.

— *Formations coralliennes* correspondant aux récifs frangeants actuellement en croissance.

Subactuel.

— *Roches d'altération.* — Des terres d'altération se forment par destruction des calcaires à la surface des plateaux de la Partie est.

— *Formations coralliennes de Luganville.* — Ces formations sont représentées par des calcaires coralliens surélevés entre 2 et 10 mètres de hauteur et par des marno-calcaires détritiques correspondant aux anciennes boues des lagons développés en arrière des récifs barrières et frangeants.

— *Alluvions anciennes.* — Avec des cailloutis grossiers comprenant toutes les roches de l'île, ces alluvions forment des terrasses à 100, 50 et 20 mètres au-dessus du niveau actuel des rivières (Rivière Navaka).

— *Alluvions lacustres.* — Avec des cailloutis grossiers et des marnes bleues, ces alluvions lacustres se trouvent à la cote 700 environ à l'emplacement d'un ancien lac de barrage dans la haute vallée de la rivière Jourdain.

Pléistocène probable.

— *Roches d'altération.* — Des terres d'altération se développent sur toutes les roches émergées et plus particulièrement sur les roches cristallines du massif du Pic Santo.

— *Formation de Papataï.* — Cette formation est représentée par des calcaires coralliens surélevés. Recristallisés ou en voie de recristallisation, ces calcaires ont parfois une stratification grossière. Leur épaisseur dépasse 300 mètres dans la partie est de l'île de Santo. Ils sont toujours recouverts en surface par une couche de terre d'altération.

— *Formation de Pialapa.* — Représentée par les tuffeaux calcaires à éléments volcaniques, cette formation est probablement compréhensive entre le Pliocène supérieur et le Pléistocène inférieur. Son épaisseur est très variable, mais la partie attribuée au Pléistocène ne dépasse pas 50 mètres de hauteur (région au Sud du Pic Santo).

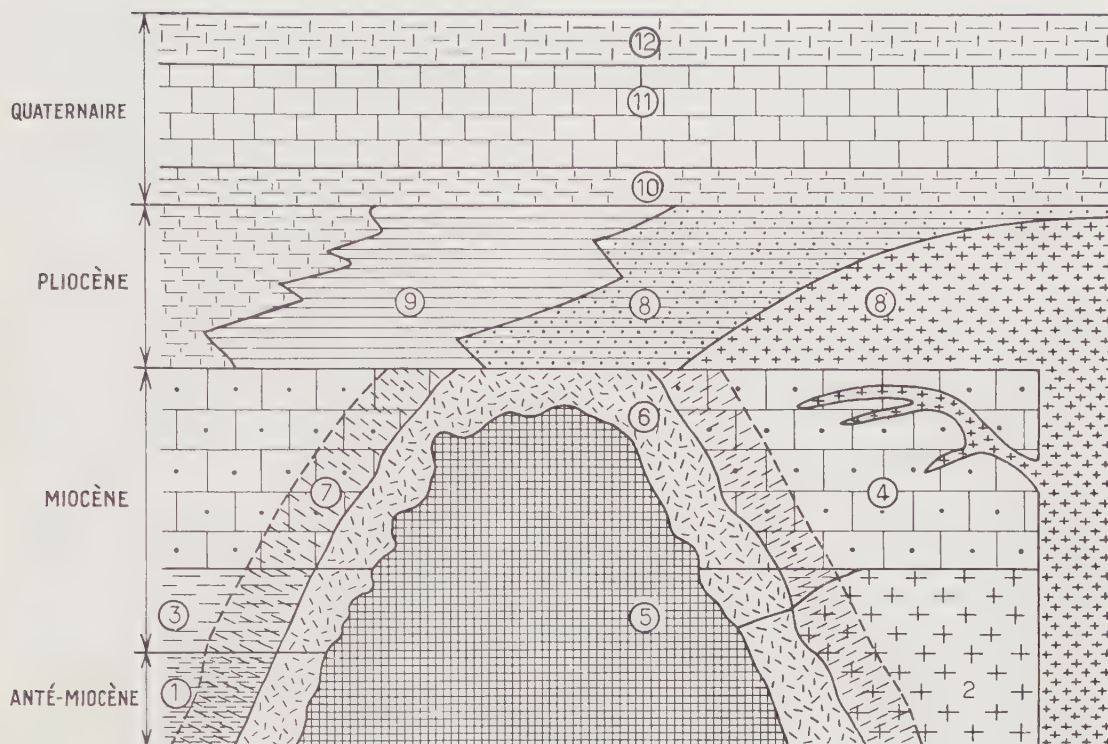


FIG. 40. — Ebauche de la succession stratigraphique et de la répartition chronologique des venues éruptives dans l'île de Santo.

1. - *Formation de Navaka* : tufs verts à l'aspect de grauweekes, bien stratifiés et souvent imprégnés de pyrite (Anté-Miocène : Oligocène probable).
2. - *Formations volcaniques de Napérol* : essentiellement andésites à hornblende et andésites à hypersthène avec de grosses masses de brèches (Anté-miocène et Miocène inférieur).
3. - *Formation de Tasériké* : tufs andésitiques sous-marins stratifiés, correspondant d'ailleurs aux laves de la série de Napérol ; bien stratifiés, ils présentent parfois des intercalations calcaires détritiques (Miocène inférieur).
4. - *Formation de Mataï* : calcaires compacts sublithographiques à Foraminifères (*Lepidocyclina*), stratifiés en bancs de 2 à 5 mètres, recouvrant les tufs de Tasériké en concordance (Miocène moyen).
5. - *Roches grenues de Patounaky* : diorites et gabbros intrusifs dans les calcaires de Mataï (Miocène probable).
6. - *Roches de contact de Napalaura* entourant le batholite de roches grenues : microgabbros et cornes vertes (Miocène supérieur probable).
7. - *Limites extrêmes de l'auréole de métamorphisme* (ou faciès externes des roches de contact) : cipolins, calcaires cristallins, andésites chloriteuses et tufs chloriteux (Miocène supérieur probable).
8. - *Formations volcaniques de Bayalo* : intrusions d'andésites labradoriques et de basaltes à plagioclase (pointements, épanchements fissuraux, dykes, filons) et grandes séries de matériaux pyroclastiques (brèches, agglomérats et tufs). Epaisseur pouvant atteindre 800 mètres (Pliocène probable).
9. - *Formation de Waillapa* : tufs volcaniques grossiers sous-marins bien stratifiés et passant latéralement aux brèches et agglomérats de la série de Bayalo (Pliocène probable).
10. - *Formation de Pialapa* : tuffeaux calcaires à éléments volcaniques bien stratifiés et passant latéralement à la série de Waillapa (Pliocène et Pléistocène inférieur probables).
11. - *Formation de Papataï* : calcaires coralliens surélevés, massifs ou stratifiés suivant les endroits (Pléistocène probable).
12. - *Formation de Luganville* : récifs frangeants surélevés et marnocalcaires (calcaires coralliens subactuels).

Pliocène probable.

— *Formation de Pialapa.* — La base de la formation, d'ailleurs plus riche en éléments volcaniques, est attribuée au Pliocène supérieur (épaisseur atteignant une centaine de mètres).

— *Formation de Wailapa.* — Bien stratifiés, les tufs andésitiques de cette formation, à cause de leur place en discordance au-dessus des calcaires compacts de Mataï, ont été attribués au Pliocène. Ils peuvent atteindre une épaisseur de 400 mètres et souvent ils sont mélangés avec des formations volcaniques de Bayalo : brèches, agglomérats et tufs.

Miocène.

— *Formation de Mataï.* — Représentée uniquement par des calcaires compacts sublitographiques, cette formation peut dépasser 500 mètres d'épaisseur avec des bancs bien stratifiés ayant entre 2 et 5 mètres de hauteur. D'après les études de laboratoire faites par D. Mawson, F. Chapman et R. Abrard, ces calcaires ont été attribués à une période allant du Miocène inférieur au Miocène moyen.

— *Formation de Tasériki.* — Épaisse d'environ 300 mètres, cette formation est représentée par des tufs andésitiques bien stratifiés et des bancs de calcaires noirs à éléments volcaniques. Les tufs sont souvent plus calcaires que marneux. D'après les études faites par D. Mawson, F. Chapman et R. Abrard, ces tufs ont été attribués au Miocène inférieur.

Anté-Miocène probable.

— *Formation de Navaka.* — Cette formation est représentée par une grande épaisseur de tufs gris, gris vert ou verts. Durs, cassants, à matériel volcanique très fin, ils ressemblent aux « grauwackes ». Très souvent, ils comprennent des bancs calcaires gris ou gris noir. Les roches sont généralement très redressées et il est difficile de donner une épaisseur à la formation. Elles se trouvent en discordance sous les tufs andésitiques de Tasériki et elles ont été attribuées à une période anté-miocène (Oligocène probablement ?).

RÉPARTITION CHRONOLOGIQUE DES VENUES ÉRUPTIVES

D'après les études faites sur le terrain et les études de laboratoire, il existe, dans l'île de Santo, deux formations volcaniques différentes : les séries de Bayalo et de Napérol, et une formation de roches grenues intrusives : les roches de Patounaky.

Formations volcaniques de Bayalo.

Les agglomérats, les tufs et les brèches passent latéralement à la série de Wailapa et recouvrent en discordance les calcaires compacts de Mataï du Miocène moyen. Généralement, un conglomérat de base (formation de Wailapa) ou une brèche de base (formation de Bayalo) marque le contact avec les calcaires. Des pointements, des dykes et des filons d'andésites labradoriques et de basaltes à plagioclase recoupent toutes les séries de Navaka, de Tasériki, de Napérol et de Mataï (andésites labradoriques) et en partie la série de Bayalo elle-même (basaltes à plagioclase).

Les centres importants d'émission de ces formations volcaniques ont été reconnus en trois points bien distincts : — au Sud, la moyenne vallée de la rivière Bayalo (origine

du nom) ; — au centre de la Partie ouest, le confluent des rivières Jourdain et Vatépoussa avec en bordure de cette zone vers l'Ouest, le grand cirque du Mont Tabouémasana (1.811 m.), lui ouvert vers l'Est ; — et au Nord, dans la presqu'île du Cap-Cumberland, les hautes vallées des deux branches de la rivière Piatmatsina.

Pour toutes ces raisons, la série volcanique de Bayalo a été attribuée au Pliocène. Elle correspond aux manifestations volcaniques du Pliocène qui ont affecté la plupart des grandes îles de l'Archipel des Nouvelles-Hébrides.

Formations volcaniques de Napérol.

Sur le terrain, les brèches andésitiques de la série volcanique de Napérol se trouvent, soit sous les calcaires de Mataï (Miocène moyen), soit sous les tufs de Tasériki (Miocène inférieur). Et les pointements d'andésites à hornblende traversent la série de Navaka anté-miocène (tufs verts), et une partie de la série de Tasériki du Miocène inférieur. Ces formations volcaniques très importantes sont attribuées à une période allant de l'anté-Miocène (Oligocène) au Miocène inférieur ; elles sont postérieures aux tufs de Navaka.

Roches grenues de Patounaky.

Les roches grenues du batholite intrusif de la Boutonnière du Mont Woulouméré sont représentées par les faciès suboriginels et les faciès de bordure (diorites à hornblende et gabbros à hornblende). L'aureole de métamorphisme provoquée par cette intrusion est assez importante ; elle a donné des roches cristallines diverses avec des faciès microgrenus (microgabbros à amphibole), des faciès microlitiques (cornes vertes) et des faciès externes (roches à chlorites et cipolins). Le métamorphisme de contact affecte les roches volcaniques, volcano-sédimentaires et sédimentaires des formations de Navaka, Napérol, Tasériki et Mataï. Les formations de Bayalo ne sont pas atteintes.

Cette venue éruptive se place donc à la fin du Tertiaire entre le Miocène moyen (formation de Mataï) et le milieu du Pliocène (formation de Bayalo). Provisoirement, elle est attribuée au Miocène supérieur.

TECTONIQUE

A Santo, les deux parties est et ouest sont bien distinctes. Elles sont séparées par des grandes failles dirigées SSE-NNW et marquées sur le terrain par la vallée de la rivière Atsonne et la basse vallée de la rivière Laampe.

LA PARTIE EST.

Dans la partie est de Santo, il n'existe pas de tectonique plastique. Les principaux accidents de terrain sont dûs à une tectonique de cassures verticales avec des rejets plus ou moins importants.

Les terres émergées correspondent à un horst d'exhaussement limité par des failles N-S dans le Nord et NNW-SSE dans le Sud. D'autres failles de directions E-W, NW-SE

et NNW-SSE parcourent les plateaux ; elles sont marquées sur le terrain par les vallées des rivières Renée et Sarakata.

Toutes ces failles affectent les formations sédimentaires du Quaternaire (série de Papataï), elles appartiennent donc à la phase tectonique du Pléistocène supérieur déjà observée dans les îles de Vaté, Pentecôte et Maéwo.

LA PARTIE OUEST.

Dans cette partie de Santo, la tectonique est beaucoup plus complexe. Les principaux mouvements sont marqués par des discordances importantes entre les différentes formations sédimentaires et volcano-sédimentaires :

— *Discordance anté-miocène (Oligocène probable).* — La formation des tufs verts de Navaka (grauwackes ?) est assez fortement plissée : elle forme un anticlinorium de direction générale NNW-SSE. Et elle est recouverte en discordance par la formation des tufs andésitiques de Tasériki du Miocène inférieur. La discordance est marquée par les venues éruptives andésitiques de la série de Napérol qui se sont perpétuées jusqu'au Miocène inférieur.

— *Discordance du Miocène supérieur probable.* — Les formations de tufs andésitiques de Tasériki et de calcaires à Foraminifères de Mataï sont concordantes. Elles forment un anticlinal simple peu accentué avec une direction générale NNW-SSE. Elles sont affectées par de nombreuses failles et plus particulièrement par celles de directions NW-SE et NE-SW. Et elles sont recouvertes en discordance par les formations volcano-sédimentaires de Wailapa et les formations volcaniques de Bayalo (Pliocène). La discordance est marquée par la venue éruptive des roches grenues intrusives de Patounaky visibles dans la Boutonnière du Mont Woulouméré.

— *Discordance du Pliocène supérieur probable.* — Les formations volcano-sédimentaires et volcaniques de Wailapa et de Bayalo sont intimement mélangées et elles forment la couche extérieure de l'anticlinal. Elles sont particulièrement affectées par des failles de directions N-S, E-W, NNW-SSE et NNE-SSW. Et elles sont recouvertes en discordance par la formation des tuffeaux calcaires de Pialapa.

— *Discordance du Pléistocène supérieur probable.* — Les formations de Pialapa et les calcaires coralliens de Papataï du Pléistocène sont concordants. Ils ont subi des exhaussements, des effondrements et des basculements au cours de la montée du horst d'exhaussement le long des failles de directions N-S, E-W, NNW-SSE et NNE-SSW. Et elles sont recouvertes en discordance par les formations coralliennes de Luganville, qui n'ont été affectées que par des mouvements ascendants entre 2 et 10 mètres de hauteur au-dessus du niveau actuel de la mer.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE

D'après les observations faites sur le terrain et les études de détail exécutées en laboratoire, l'histoire géologique de l'île de Santo peut être décrite par périodes à partir de l'Oligocène jusqu'à nos jours.

Les âges des différents mouvements sont, il est vrai, rattachés à la détermination de l'âge des différentes couches sédimentaires et volcano-sédimentaires. Une seule de ces déterminations peut être considérée comme définitive : celle des formations concordantes de Tasériki et Mataï ; car elle a été plusieurs fois affirmée par les auteurs (D. Mawson, F. Chapman, R. Abrard, E. Aubert de la Rüe et Université de Sydney). Les autres déterminations demandent à être confirmées ultérieurement par la découverte de gisements fossilifères ou par l'étude détaillée des microfaunes par un auteur spécialisé.

Première période : *OLIGOCÈNE PROBABLE*

A une période anté-miocène, probablement oligocène (?), des tufs très fins, marneux, argiloïdes, siliceux ou calcaires se déposent et constituent les dépôts très épais de la formation de Navaka. Au milieu de l'Oligocène, ces dépôts sédimentaires se plissent et forment un anticlinorium. A la fin de l'Oligocène, ils sont traversés et recouverts par les formations volcaniques de Napérol avec essentiellement des brèches andésitiques.

Deuxième période : *MIOCÈNE*

Au Miocène inférieur, les éruptions andésitiques de la série de Napérol se continuent pendant que l'ensemble subit une subsidence importante amenant la formation des tufs andésitiques de Tasériki.

Au Miocène moyen, la subsidence se poursuit ; un changement de faciès intervient et des calcaires sublithographiques à Foraminifères se développent sur une grande épaisseur au-dessus des tufs andésitiques de Tasériki.

Au Miocène supérieur, la subsidence s'arrête et les formations se plissent en donnant un anticlinal simple ; des roches grenues (granodiorites) injectent le cœur de l'anticlinal (Boutonnière du Mont Woulouméré).

Troisième période : *PLIOCÈNE INFÉRIEUR ET MOYEN PROBABLE*

Des puissantes éruptions sous-marines traversent et disloquent les formations antérieures et se répandent largement au-dessus, donnant naissance à des grandes épaisseurs de tufs andésitiques stratifiés (formation de Wailapa) et de brèches, agglomérats et tufs andésitiques et basaltiques plus ou moins injectés par des dykes et des filons d'andésites labradoriques et de basaltes à plagioclase (formations volcaniques de Bayalo). Les centres d'émissions des laves se situent le long de failles N-S et NNW-SSE et en trois points bien distincts : haute vallée de la rivière Piatmatsina (presqu'île du Cap-Cumberland), moyenne vallée de la rivière Jourdain (Massif du Mont Tabouémasana) et moyenne vallée de la rivière Bayalo (au SE de la Boutonnière du Mont Woulouméré).

Pendant cette période, il existait des terres émergées. En effet, des bois fossiles en partie silicifiés se rencontrent dans les tufs andésitiques de Wailapa (échantillon SA-57).

Quatrième période : *PLIOCÈNE SUPÉRIEUR ET PLÉISTOCÈNE INFÉRIEUR ET MOYEN PROBABLES*

Une subsidence importante a lieu dans la partie est de l'île et les formations volcaniques de Bayalo sont recouvertes en discordance par les bancs de tuffeaux calcaires de

Pialapa (haute vallée de la rivière Sarakata). Des calcaires coralliens se développent ensuite au dessus des tuffeaux (formation de Papataï). La subsidence s'effectue par gradins successifs bien visibles sur les rebords ouest des différents plateaux : Boutnas, Zingora, Walraoul et Queiroz. Ils sont là au nombre de 3, entre 10 et 400 mètres. Au fur et à mesure de la subsidence, l'étendue des calcaires coralliens diminuent et au dernier stade, il n'existe plus que des atolls de petite taille, comme la Montagne de la Table (315 m.) et le Mont Papataï, lui en pain de sucre (546 m.). Les gradins de subsidence sont particulièrement bien visibles sur les îlots qui jalonnent la côte est, entre autres, les îlots Pilote et Pilotin.

La subsidence a également eu lieu dans la partie ouest, mais elle a été accompagnée par un léger plissement avec la formation d'un anticlinal simple. Les tuffeaux calcaires de Pialapa sont transgressifs sur toutes les formations antérieures, des tufs andésitiques de Tasérik (confins Sud-Ouest du massif du Pic Santo) aux formations volcaniques de Bayalo (presqu'île du Cap-Cumberland). Par places et plus particulièrement dans les extrémités sud et nord, des calcaires coralliens de Papataï se déposent en concordance au dessus des tuffeaux calcaires.

Cinquième période : *PLÉISTOCÈNE SUPÉRIEUR PROBABLE*

Dans la partie est, des mouvements ascendants se produisent le long de failles N-S, E-W et NNW-SSE. Les gradins d'exhaussement sont bien visibles le long des rebords est des plateaux de Boutnas, Zingora, Walraoul et Queiroz, aux cotes 315, 225, 100 et 10 mètres. Ces gradins sont particulièrement nets sur les rebords des îlots qui jalonnent la côte est, entre autres les îlots Sakao, Pilote et Pilotin.

Dans la partie ouest, un horst d'exhaussement se forme le long des failles dirigées N-S, E-W, NNW-SSE et NNE-SSW. La tendance est à l'exhaussement :

— en allant du Sud au Nord, le long de failles E-W dans la partie sud (Massif du Pic Santo) ;

— en allant du Nord au Sud, le long de failles E-W dans la partie nord (Cap-Cumberland) ;

— en allant de l'Ouest à l'Est, le long de failles NNW-SSE sur le flanc ouest de la chaîne axiale elle-même NNW-SSE ;

— en allant de l'Est à l'Ouest, le long de failles NNE-SSW sur le flanc est de la chaîne axiale (secteur de Pialapa, par exemple). Dans la partie médiane de la chaîne axiale de la presqu'île du Cap-Cumberland, les failles N-S ont parfois joué un rôle primordial au cours de la formation du horst.

D'après les anciennes terrasses alluviales, les différents paliers de l'exhaussement sont matérialisés aux cotes 100, 50, 20 mètres.

Dernière période : *SUBACTUEL ET ACTUEL*

Dans les deux parties de l'île, l'exhaussement se poursuit et le dernier mouvement a été un surélévement d'au moins 10 mètres matérialisé par les plateformes littorales (formations coralliennes de Luganville) dans la partie est et par les terrasses alluviales à la cote 10 mètres dans la partie ouest (rivière Navaka).

Dans la partie est, il existait des terres émergées au Pliocène, mais par suite de la subsidence générale, ces terres émergées ont disparu et ont été remplacées par des hauts-fonds sous-marins couverts de récifs coralliens. Au Pléistocène supérieur, ces récifs sont sortis de la mer et ils ont été très rapidement décomposés par les agents atmosphériques et recouverts par une couche de terres d'altération à tendance latéritique.

Dans la partie ouest, il existait des terres émergées à l'oligocène (?) et à partir du Pliocène ; les volcans du Pliocène (formation de Bayalo) ont été en partie aériens. La subsidence du Pliocène supérieur n'a pas noyé entièrement les volcans et il est resté, à la surface des mers, une grande île allongée NNW-SSE. L'érosion a pu de ce fait démanteler profondément le sommet de l'anticlinal et dégager la Boutonnière du Mont Woulouméré.

A l'heure actuelle, l'île est souvent sujette à des tremblements de terre relativement forts ; au cours du mois de novembre 1956, il y a eu deux secousses importantes. L'une d'elles a duré plus de deux minutes avec des ondes à amplitude longitudinale moyenne.

SIXIÈME PARTIE

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Cette dernière partie est consacrée : — 1°) à un collationnement des renseignements pétrographiques, stratigraphiques et tectoniques tirés de l'étude de détail des quatre îles : Vaté, Pentecôte, Maéwo et Santo, et de la compilation des publications sur les Nouvelles-Hébrides réalisées par D. Mawson, F. Chapman, E. Aubert de la Rüe, A. Lacroix, R. Abrard et F. Taylor ; — 2°) à la comparaison entre l'Archipel des Nouvelles-Hébrides et les Iles Salomon.

PETROGRAPHIE DES ROCHES CRISTALLINES

NATURE DES ROCHES CRISTALLINES (Analyses chimiques)

Les roches cristallines sont divisées en roches volcaniques et en roches grenues intrusives accompagnées ou non de roches de contact (île Santo). Les roches volcaniques contiennent essentiellement des basaltes α et des andésites. A. Lacroix cite des dacitoïdes, des dacites et des rhyolitoïdes : elles appartiennent, en général, à la série volcanique la plus ancienne et correspondent à des andésites en partie silicifiées. Les roches grenues sont connues dans deux îles : Santo et Pentecôte. Elles comprennent des diorites (granodiorites ?), des gabbros et des péridotites.

Roches volcaniques.

Les roches volcaniques couvrent de très grandes surfaces dans l'Archipel des Nouvelles-Hébrides. Elles sont surtout représentées par d'énormes accumulations de matériaux pyroclastiques plus ou moins traversés par des pointements, des sills, des dykes et des filons de laves andésitiques et basaltiques. Toutes ces laves, à l'analyse chimique, se révèlent pauvres en titane et en potasse (à l'exception des tufs ponceux de l'île de Vaté) et, du point de vue feldspathique, les plagioclases du groupe du labrador sont extrêmement fréquents.

D'après la classification C.I.P.W. - Lacroix, les roches volcaniques étudiées et analysées à ce jour comptent les variétés suivantes, en commençant par les plus basiques.

— BASALTES β .

Ce sont des roches volcaniques mélanocrates sans silice virtuelle et sans néphéline virtuelle.

Dolérite passant à l'ankaramite, île Aoba (A. Lacroix) : III (IV) . 5 . 3 (4) . 4 . [1 (2) . (2) 3 . 2 . 2 .].
 Basalte labradorique, île Anatom (A. Lacroix) : III . 5 . 4 . (3) . 4 . [1 (2) . '2 . 2 . 2 .].
 Basalte labradorique, île Vaté (D. Mawson) : 'III . 5 . 4 . '4 . [2 . 1' . '2 . 2' .].
 Basalte à augite et olivine, île Vaté (VA-164) : II (III) . '5 . '4' . 4 (5) . [2 . 1 . 2 . 2 (3) .].
 Ponces basaltiques, île Ambrym, éruption 1913 (Boileau) : II (III) . 5 . 3' . 4 . [2 . 2 . 2' . 3 .].

— BASALTES α .

Ces roches volcaniques sont mélanocrates, avec un pourcentage de silice virtuelle supérieur à 1 % et pouvant aller jusqu'à 10 %, mais toujours dépourvues de quartz exprimé.

Basalte labradorique, île Erromango (A. Lacroix) : III . 5 . 4 . 4' . [(1) 2 . 1 . 2 . 2' .].
 Basalte à augite et olivine, île Maéwo (MA-25) : III . '5 . 4 (5) . 4 (5) . [(1) 2 . 1 . 1 (2) : 2 .].
 Basalte labradorique, île Erromango (A. Lacroix) : 'III . (4) 5 . 4 . 4 . [2 . 1 . 2 . 2 (3) .].
 Dolérite labradorique, île Pentecôte (A. Lacroix) : 'III . 5 . (3) 4 . (4) 5 . ['2 . 1 . 2 . 2 (3) .].
 Basalte à plagioclase, augite et olivine, île Aoba (A. Lacroix) : III . 5 . 3 (4) . 4 . [2 . 1 . 2 . 2 (3) .].
 Basalte labradorique, île Ambrym, éruption 1913 (A. Lacroix) : (II) III . '5 . 3' . (3) . (4) . [2 . 1 . 2 . 3 .].
 Basalte labradorique, île Ambrym, éruption 1950 (F. Taylor) : (II) III . 5 . 4 . '4 . [2 . 1 . 2 . 3 .].
 Basalte à plagioclase, île Maéwo (MA-19) : (II) III . '5 . 4 . 4 . [2 . 1 . 2 . 2' .].
 Basalte à augite, île Vaté (VA-76) : II (III) . 5 . (4) 5 . 4' . [2 . 1 . '2 . 2 (3) .].
 Basalte à plagioclase ⁽²⁾ (Andésite ⁽¹⁾), île Pentecôte (PE-26) : II' . '5 . '4 . 4 . [2 . 1 . 2 . 3 .].
 Basalte à plagioclase ⁽²⁾ (Andésite ⁽¹⁾), île Santo (SA-6) : II' . 4 (5) . '4' . (4) 5 . [2 . 1 . 2 . 3 .].

— ANDÉSITES.

Ces roches volcaniques sont plus mélanocrates que mésocrates, avec toujours de la silice virtuelle (entre 1 à 20 %), mais pas de quartz exprimé.

Andésite labradorique ⁽¹⁾ (Basalte ⁽²⁾), île Nguna (A. Lacroix) : II (III) . 5 . 4 . 4 . [2 . 1 . 2' . 3 .].
 Andésite labradorique ⁽¹⁾ (Basalte ⁽²⁾), île Vanua-Lava (A. Lacroix) : II' . 5 . 4 . 4 . [2 . 1 . 2 . 3 .].
 Andésite bytownitique (Basalte ⁽²⁾), île Mau (D. Mawson) : II . 5 . 4 (5) . 4 . [2 . 1 . '2 . 3 .].
 Andésite andésinique, île Tanna, Mont Yasur, éruption 1934 (A. Lacroix) :
 II . 5 . 3 . 4 . [2 . 1 . 2 . 3' .]
 Andésite andésinique, île Tanna, Mont Yasur, éruption 1934 (A. Lacroix) :
 II . 5 . 3 . 4 . [2' . 1 . 2 . 3 .].
 Andésite bytownitique, île Tanna (A. Lacroix) : II . '5 . 4 . 4 . [2 . 1 . (1) 2 . 3 .].
 Andésite oligoclasique, île Tanna (A. Lacroix) : II . 5 . 2 . (3) 4 . ['2 . 1 . 2 . (3) (4) .].
 Andésite à Hornblende, île Santo (SA-117) : II . 4 (5) . 4 . 4 (5) . [2 . 1 . 1 . 2 (3) .].
 Andésite labradorique, île Mallicolo (A. Lacroix) : II . (4) 5 . 3 (4) . 4 . ['2 . 1 . 2 . 3 .].
 Andésite labradorique, île Santo (SA-61) : II . 4 (5) . 3' . 4 . [1 (2) . 1 . 1 (2) . 3 (4) .].
 Andésite andésinique, île Epi (A. Lacroix) : II . 4 (5) . 2 (3) . 4 . [2 . 1 . 2 . 3' .].
 Andésite oligoclasique, île Tanna (A. Lacroix) : II . (4) 5 . 2' . 4 . [2 . 1 . 2' . 4 .].

(1) Nom donné par A. Lacroix.

(2) Nom donné par l'auteur.

— DACITOÏDES.

Ces roches volcaniques sont mésocrates et parfois mélanocrates. Elles contiennent entre 10 et 20 % de silice virtuelle, mais pas de quartz exprimé.

Dacitoïde labradorique, île Vanua Lava (A. Lacroix) : II.4'.(3)4.4. [2.1.2.'3.].

Dacitoïde labradorique, île Epi (A. Lacroix) : II.4'.3''.4. [2.1.2.3.].

Dacitoïde à hornblende, île Anatom (A. Lacroix) : II.4.(3)4.4. [2'.1.2.'3.].

Dacitoïde labradorique, île Erromango (A. Lacroix) : II.(3)4.4.'5. [1'.1.3.2.].

Dacitoïde andésinique, île Epi (A. Lacroix) : II.4.(2)3.'4. [2.1.2.4.].

Dacitoïde à hornblende, île Santo (D. Mawson) : (I) II.4.3.3'. [3.1.2(3).3(4).].

Dacitoïde andésinique (Andésite à hypersthène ⁽¹⁾), île Léléppa (D. Mawson) :
I (II) .4.2''.4. [(2)3.1.1.3'.].

Dacitoïde (Andésite à hypersthène ⁽²⁾), île Vaté (VA-48) : I (II) .4.2'.3. [(2)3.1.1.3.].

Dacitoïde (Andésite à hypersthène ⁽²⁾), île Vaté (VA-35) : I'.4.2'.3. [2(3).1.1.'4.].

Dacitoïde à hornblende, île Santo (A. Lacroix) : I'.4.2.4. [3.1.2.'4.].

— DACITES.

Roches volcaniques mésocrates avec de 10 à 30 % de silice libre et toujours du quartz exprimé.

Dacite, île Mallicolo (A. Lacroix) : (1) II.4.(3)4.4 [2.1.(1)2.3.].

— TRACHYTES.

Roches volcaniques leucocrates, sans silice virtuelle et sans quartz exprimé.

Trachyte, île Tanna (A. Lacroix) : I'.5.'2.(3)4.

— RHYOLITOÏDES.

Roches volcaniques leucocrates, avec de la silice libre (entre 10 et 30 %), mais pas de quartz exprimé.

Rhyolitoïde à tridymite, île Vaté, Rivière de Mélé (A. Lacroix) : 1'.4'.2.3'.

Perlite, île Vaté, Rivière de Mélé (A. Lacroix) : I'.4.2.3.

Roches grenues intrusives.

Les roches grenues sont peu importantes ; elles ne sont connues, sous forme de batholite ou de massif intrusif, que dans les îles Pentecôte et Santo. Ailleurs, elles ont été ramassées sous forme d'enclaves dans les brèches volcaniques ou de galets dans les alluvions des rivières.

Etant donné leur extension très réduite, il est préférable de les grouper tout de suite par île.

— ÎLE PENTECÔTE.

Péridotite (Harzburgite). (PE-21) : V.5.4.5. [1''.4.1.1.].

Gabbro à diallage (PE-22) : III.5.5.5. [1'.1.'2.2.].

(1) Nom donné par D. Mawson.

(2) Nom donné par l'auteur.

Gabbro à amphibole (PE-18) : III.5.4'.4'. [2'.2.1(2).3.].

Diorite quartzique (A. Lacroix) : II.(3)4.4'.5. [1'.1.3.2.].

— ILE TANNA.

Luscladite, île Tanna (A. Lacroix) : III(IV).5(6).3'.4. [2'.3.2.2.].

Diorite quartzique, île Tanna (A. Lacroix) : II.4(5).1(2).3(4). [(2)3.1.2.(3)4.].

Diorite quartzique, île Tanna (A. Lacroix) : (I)II.4'.2.4. [3.1.(1)2.3.].

— ILE SANTO.

Diorite à hornblende, île Santo (SA-142 - 1) : II.4(5).4(5).(4)5. [3.1.2.2(3).].

Microgabbro à hornblende (Roche de contact), île Santo (SA-114) : II.5.4.5. [2.1.1.2(3).].

— ILE EPI.

Diorite quartzique, île Epi (A. Lacroix) : (1)II.4.2.4. [2.1.2.4.].

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Suivant leur position géographique et la nature de leurs roches cristallines, les îles de l'Archipel des Nouvelles-Hébrides se distribuent le long de deux arcs bien distincts : l'arc frontal, le plus oriental, et l'arc interne plus à l'Ouest. L'arc frontal est caractérisé par des roches basiques et ultrabasiques et l'arc interne, par des roches intermédiaires et basiques.

Arc frontal.

Cet arc, dans le Nord, forme une vaste courbe passant par les îles Banks, les plus à l'extérieur vers l'Est ; puis il rejoint l'île Méralaba et l'île Maéwo ; il se poursuit alors vers le Sud avec la direction N-S en passant par les îles Pentecôte, Ambrym, Paama, Lopévi, Epi, Maé, Mataso et Mau. Cet arc frontal rejoint l'arc interne dans les îles Epi et Vaté et il se poursuit ensuite vers le Sud dans les îles Erromango, Tanna et Anatom.

Les natures des roches cristallines des îles ne sont pas les mêmes suivant leur place le long de l'arc : trois cas différents peuvent être illustrés par des îles privilégiées.

— ARC FRONTAL NETTEMENT SÉPARÉ DE L'ARC INTERNE.

L'île Maéwo remplit ces conditions et elle ne compte que des basaltes α .

L'île Pentecôte comporte des roches ultra-basiques (péridotites) et basiques (gabbros) et, comme roches volcaniques, des basaltes α , des andésites labradoriques et des dacitoïdes à hornblende.

L'île Ambrym ne comporte que des basaltes α et β .

— ARC FRONTAL RÉUNI A L'ARC INTERNE.

Les îles Epi et Vaté répondent à cette définition. Elles comptent des roches cristallines allant des dacitoïdes aux basaltes α . L'île Vaté est la seule à posséder des roches contenant plus de potasse que de soude. Les roches cristallines sont représentées par des roches volcaniques allant des rhyolitoïdes à hypersthène jusqu'aux basaltes β à augite et olivine.

— ARC FRONTAL ET ARC INTERNE TRÈS VOISINS.

Les îles renferment des roches cristallines assez diverses. L'île Erromango a des basaltes α et des dacitoïdes labradoriques. L'île de Tanna comporte des roches volcaniques avec des basaltes α , des andésites bytownitiques, andésiniques et oligoclasiques et des roches grenues sous forme d'enclaves dans les brèches avec des luscladites, des gabbros et des diorites quartziques.

Arc interne.

En partant du Nord, l'arc interne passe par les îles Torrès, la partie ouest de l'île Santo, l'île Mallicolo, et rejoint l'arc frontal dans les îles Epi et Vaté. Il forme alors avec ce dernier un Y caractéristique dont une branche, l'arc frontal, est N-S et l'autre, l'arc interne, est NW-SE près de l'île Epi et NNW-SSE au niveau de l'île Santo. Au Sud de Vaté, l'arc interne est très voisin de l'arc frontal et ils se poursuivent vers le SE en passant probablement par les îles Erromango ⁽¹⁾, Tanna et Anatom.

L'arc interne est plus spécialement caractérisé par des intrusions de granodiorites (?) et diorites et pourrait s'appeler l'arc des diorites comme l'arc frontal pourrait, lui, s'appeler l'arc des serpentines. L'île Santo illustre bien la nature des roches cristallines : les roches volcaniques vont des dacitoïdes à hornblende aux basaltes à plagioclase (basalte α) et les roches grenues sont représentées par des granodiorites (?) et diorites en batholites intrusifs entourés d'une importante auréole de métamorphisme de contact avec des gabbros, microgabbros et cornes vertes. E. Aubert de la Rüe signale dans l'île Mallicolo des diorites, des dolérites quartziques et des gabbros.

ADDENDUM.

L'île Aoba est située sur un arc transversal dirigé grossièrement ENE-WSW. Elle compte essentiellement des basaltes α et β . Deux volcans sont actuellement en activité permanente : dans l'île Ambrym, le Mont Benbow, et dans l'île Tanna, le Mont Yasur. Ils émettent des laves andésitiques et basaltiques : andésite andésinique au Mont Yasur (bombe 1934) et basalte labradorique au Mont Benbow (éruption de 1950-51).

PETROGRAPHIE DES ROCHES SEDIMENTAIRES

NATURE DES ROCHES SÉDIMENTAIRES (faciès)

Les principaux faciès rencontrés aux Nouvelles-Hébrides sont au nombre de trois, sans compter les alluvions et les terres d'altération : les roches calcaires, les roches tufacées et les tufs volcano-sédimentaires.

Roches calcaires.

Les deux variétés principales sont les calcaires compacts à Foraminifères et les calcaires coralliens surélevés.

(1) Il se peut que l'arc frontal après Erromango commence à s'incurver vers le Nord en passant par les îles Aniwa et Futuna avant de rejoindre les îles Fidji.

— CALCAIRES COMPACTS A FORAMINIFÈRES.

Ces calcaires sont généralement blancs. Très finement recristallisés, ils ont un aspect sublithographique. Parfois, ils sont massifs. Ailleurs, on y observe une stratification avec des bancs dont l'épaisseur varie de 2 à 8 mètres.

D'après les travaux de D. Mawson, F. Chapman et R. Abrard, ils ont été attribués au Miocène inférieur et moyen. La connaissance de leur âge repose sur la détermination des Foraminifères, en particulier des Lépidocyclines.

— CALCAIRES CORALLIENS SURÉLEVÉS.

Très variables en caractères extérieurs, les calcaires coralliens sont toujours recristallisés ou en voie de recristallisation. Ils sont généralement massifs, mais en plusieurs points, ils possèdent une stratification en bancs de faible épaisseur (entre 1 et 2 mètres). Par suite de la recristallisation, les fossiles ont disparu ou ils sont en très mauvais état. D'après les espèces qui ont pu être reconnues par les auteurs précités, les calcaires coralliens s'étagent du Pliocène à l'époque actuelle. Ils ont eu un très gros développement au début du Quaternaire.

ADDENDUM.

Aux Nouvelles-Hébrides, il existe d'autres faciès de calcaires, entre autres des calcaires détritiques à éléments volcaniques. Ils se rencontrent lorsque les faciès changent, plus particulièrement entre les roches tufacées ou les tufs volcano-sédimentaires et les calcaires francs. Parfois, comme à Vaté, ils contiennent quelques fossiles et peuvent servir de niveau-repère (calcaire détritique à *Dallina vitilevensis*). Ailleurs, comme à Santo, des bancs peu épais de calcaires détritiques à microfaune se répètent plusieurs fois au sein des tufs volcano-sédimentaires avant le passage aux calcaires francs supérieurs (formation de Tasérikî et formation de Mataï).

Au sein des calcaires coralliens, il existe parfois des passages de calcaires détritiques très grossiers et des poches de marno-calcaires correspondant aux sables et aux boues calcaires déposées entre les récifs coralliens en croissance.

Roches tufacées.

Sur le terrain, les aspects extérieurs des roches de cette catégorie sont relativement constants. Les roches tufacées sont toujours stratifiées en bancs de faible épaisseur (20 à 60 centimètres). Tendres, parfois durcissant à l'air, elles contiennent des éléments volcaniques (débris de minéraux, poussières volcaniques, cendres et scories) et une microfaune représentée par des Globigérinidés de petite taille. En fait, d'après la nature du ciment qui soude les différents éléments, ces roches sont classées en calcaires tufacés, tuffeux calcaires, tufs argiloïdes ou « soapstones » et tufs verts.

— CALCAIRES TUFACÉS.

Plus calcaires que marneux, les calcaires tufacés sont, malgré tout, assez friables. En général, ils ne contiennent pas de fossiles à l'exception de la microfaune. En de rares points, des gisements fossilifères ont été trouvés par D. Mawson et E. Aubert de la Rüe, plus particulièrement à Epi. La faune déterminée par F. Chapman et R. Abrard indique le Miocène supérieur. Dans les îles Pentecôte et Maéwo, les calcaires tufacés se rencontrent à la partie supérieure des calcaires à Foraminifères.

— TUFFEAUX CALCAIRES.

Les éléments volcaniques sont plus importants et l'ensemble de la roche est plus marneux que calcaire. En général, les tuffeaux calcaires durcissent à l'air. Ils contiennent une assez grande proportion de Globigérinidés de petite taille ; les autres fossiles sont rares et, quand ils existent, ils sont en très mauvais état et difficiles à déterminer avec précision. D. Mawson a trouvé dans l'île Santo (Formation de Pialapa) un gisement fossilifère en arrière du village de Tasériki. D'après les déterminations effectuées par C. Hedley, les tuffeaux calcaires peuvent se rapporter à une période allant du Pliocène à nos jours.

— Tufs argiloïdes (« SOAPSTONES »).

Plus argiloïdes que marneux, ces tufs contiennent une grande proportion d'éléments volcaniques. Ils forment généralement des bancs interstratifiés dans les tuffeaux calcaires et dans les tufs volcano-sédimentaires. Les bancs sont plus abondants au voisinage des changements de faciès : passage des tuffeaux calcaires aux calcaires coralliens (île Santo) et passage des tufs volcano-sédimentaires aux calcaires coralliens (île Vaté). Dans certains cas, comme à Vaté, ils peuvent constituer une formation importante (tufs argiloïdes du bassin des rivières Forari et Rentabao, avec 60 mètres d'épaisseur). Ils ne contiennent pas de macrofossiles, mais fournissent toujours une microfaune représentée par des Globigérinidés. D'après leur situation par rapport au banc repère à *Dallina vitilevensis*, ils sont considérés comme appartenant probablement à une période Pliocène supérieur et Pléistocène inférieur.

— Tufs verts.

Les tufs verts de la formation de Navaka (île Santo) sont calcaires, marneux ou siliceux. Toujours stratifiés en bancs de 20 à 60 centimètres, ils sont également lités. Ils ne comportent pas de fossiles. Les éléments volcaniques sont réduits à quelques minéraux : quartz, feldspaths et hornblende verte, qui pourraient bien avoir une origine détritique.

Je les considère comme les plus anciennes roches sédimentaires connues aux Nouvelles-Hébrides et provisoirement je les attribue à une période anté-miocène, probablement à l'Oligocène moyen (?).

Tufs volcano-sédimentaires.

Sur le terrain, les tufs volcano-sédimentaires sont, comme les roches tufacées, stratifiés en bancs de faible épaisseur (20 à 60 centimètres). Ils contiennent beaucoup plus d'éléments volcaniques, ce qui permet de les classer en tufs andésitiques et tufs basaltiques. Les fossiles sont inexistantes à l'exception d'une microfaune assez réduite. Leur couleur est foncée, dans les gris et gris noir. L'ensemble est un peu plus clair quand le tuf contient une certaine proportion de calcite secondaire et de microfaune.

Les éléments volcaniques sont représentés par des minéraux, des débris de verre et des vestiges de scories avec des microlites. Dans les îles étudiées dans cet ouvrage, il existe quatre sortes de tufs volcano-sédimentaires :

— Tufs basaltiques stratifiés (île Maéwo).

Très finement stratifiés, avec une couleur variant du rouge au brun en passant par le vert, ces tufs contiennent des bancs plus épais de brèches tuffeuses. Les minéraux sont

représentés par des feldspaths (andésine basique), des pyroxènes (augite), des péridots (olivine) et de l'apatite. En plus, des noyaux et des plages de verre contiennent des microlites. La microfaune est très réduite et, dans chaque lame mince, il n'existe que quelques sections de Foraminifères appartenant à la famille des Orbitoïdés. D'après leur situation stratigraphique, ils sont attribués sous toutes réserves au Pliocène.

— Tufs andésitiques stratifiés (île Santo).

Ces roches constituent la formation de Wailapa. Bien stratifiés en bancs de 20 à 60 centimètres, les tufs andésitiques, d'aspect gréseux, comprennent des bancs peu épais de brèches et de conglomérats. Les minéraux sont représentés par des feldspaths (labrador), des pyroxènes (augite), de la calcite, de la magnétite, du quartz et de la hornblende verte. La microfaune est peu importante avec seulement des Globigérinidés. Il y a parfois des bois fossiles silicifiés. Ces tufs sont attribués sous toutes réserves au Pliocène.

— Tufs andésitiques ponceux (île Vaté).

Bien stratifiés, les tufs ponceux contiennent des minéraux (andésine, hypersthène, augite, magnétite et apatite), des morceaux de ponces étirées et des noyaux de verre avec des microlites. La microfaune est peu abondante et, dans les lames minces, il n'existe qu'une ou deux sections de Globigérinidés. Ces tufs sont attribués sous toutes réserves au Pliocène.

— Tufs andésitiques anciens (îles Santo, Maéwo et Pentecôte).

Bien stratifiés, ces tufs contiennent de nombreux minéraux représentés par des feldspaths (andésine), de la hornblende verte, parfois de l'hypersthène, de l'augite et de la magnétite. La microfaune peut être importante, surtout dans les passages calcaires qui sont assez fréquents. Elle comprend des Orbitoïdés et des Globigérinidés. On y trouve aussi des Algues calcaires (*Lithothamnium*). D'après les déterminations faites par F. Chapman et R. Abrard, les tufs andésitiques de la formation de Tasériké (île Santo) ont été attribués au Miocène inférieur. A. Maéwo et Pentecôte, faute de repères stratigraphiques et en l'absence de fossiles caractéristiques, ces roches ont été attribuées à une période anté-miocène ; il se peut qu'elles appartiennent en fait au Miocène inférieur (?).

SUCCESSION STRATIGRAPHIQUE ET REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES ROCHES SEDIMENTAIRES

PÉRIODE ACTUELLE

L'époque actuelle est caractérisée par :

- le développement des récifs coralliens frangeants autour d'un grand nombre d'îles ;
- l'accumulation des alluvions de rivières sur les plateformes littorales et la formation de terre d'altération, plus particulièrement sur les calcaires.

PÉRIODE SUBACTUELLE

— CALCAIRES CORALLIENS SUBACTUELS.

Ils correspondent aux anciens récifs frangeants surélevés entre 0 et 10 mètres de hauteur dans les quatre îles étudiées (Formation de Luganville à Santo).

— ALLUVIONS ANCIENNES ET ALLUVIONS LACUSTRES. ROCHES D'ALTÉRATION.

Les alluvions sont importantes dans les îles Santo et Vaté. Sur les formations émergées, des terres d'altération à tendance latéritique se développent plus particulièrement sur les calcaires.

PLÉISTOCÈNE ET PLÉISTOCÈNE PROBABLE

— CALCAIRES CORALLIENS SURÉLEVÉS.

Dans les îles Vaté et Santo et probablement dans les îles Pentecôte et Maéwo, les calcaires coralliens prennent une grosse importance au Pléistocène et ils couvrent de très grandes surfaces, plus particulièrement dans les îles Vaté et Santo (Formation de Papataï). On les retrouve également à Epi (D. Mawson), Erromango et Tanna (E. Aubert de la Rüe et R. Abrard).

— ROCHES TUFACÉES (tuffeaux calcaires et tufs argiloïdes).

Très développées dans les îles Maéwo et Santo (Formation de Pialapa), elles existent également à Vaté et à Mallicolo (E. Aubert de la Rüe et R. Abrard).

PLIOCÈNE ET PLIOCÈNE PROBABLE

— CALCAIRES RÉCIFAUX.

Des calcaires récifaux assez bien stratifiés forment la partie supérieure de la série compréhensive calcaire probablement mio-pliocène dans l'île Pentecôte. On les retrouve également à Erromango (E. Aubert de la Rüe).

— ROCHES TUFACÉES (tuffeaux calcaires et tuffeaux argiloïdes).

Les roches tufacées ont probablement commencé à se former au Pliocène : tuffeaux calcaires de la formation de Pialapa à Santo, tufs argiloïdes ou « soapstones » à Vaté, tuffeaux calcaires à Maéwo. A Mallicolo, les roches tufacées passent latéralement à des dépôts argilo-sableux (gisement de la rivière Nua : à 8 km environ à l'Ouest de la Baie de Norsup (E. Aubert de la Rüe et R. Abrard). A Vaté, elles sont recouvertes par des calcaires détritiques à *Dallina vitilevensis*.

— TUFES VOLCANO-SÉDIMENTAIRES.

Les tufs andésitiques ponceux sont très développés dans l'île de Vaté, où ils constituent une formation particulière que l'on ne retrouve pas dans les autres îles (Pliocène moyen ?).

Les *tufs basaltiques* de l'île Maéwo constituent, comme les précédents, une formation volcano-sédimentaire particulière que l'on ne retrouve pas dans les autres îles (Pliocène moyen ?).

Les *tufs andésitiques* de Wailapa (Santo) sont caractérisés par un faciès gréseux ou sableux marquant des formations de bord de mer ; ils contiennent entre autres des bois fossiles silicifiés. E. Aubert de la Rüe décrit cette formation à Mallicolo et l'attribue au Miocène supérieur. Personnellement, étant donné la présence d'une microfaune marine dans certains lits de la roche et la situation stratigraphique en discordance au-dessus des calcaires à Foraminifères de Mataï, il me semble satisfaisant d'attribuer cette formation pouvant atteindre 400 mètres d'épaisseur au Pliocène inférieur. D'après D. Mawson, ces tufs se retrouveraient également à Epi.

MIOCÈNE ET MIOCÈNE PROBABLE

— ROCHES TUFACÉES (calcaires tufacés).

E. Aubert de la Rüe et R. Abrard signalent des calcaires tufacés à Foraminifères du Miocène supérieur dans les îles Mallicolo et Epi. Ces calcaires se retrouvent à Pentecôte interstratifiés dans les calcaires compacts à Foraminifères, à la partie supérieure de la formation. Ils existent probablement aussi à Santo.

— CALCAIRES COMPACTS A FORAMINIFÈRES.

Les calcaires compacts à Foraminifères sont bien datés dans les îles Santo et Mallicolo et ils se trouvent probablement à Pentecôte et Maéwo. Les déterminations de faune ont été faites par F. Chapman et R. Abrard. Ils attribuent cette formation au Miocène inférieur et moyen (calcaire de Mataï de l'île Santo).

— TUFs VOLCANO-SÉDIMENTAIRES.

A Santo et Mallicolo, le Miocène inférieur est marqué par la formation de tufs andésitiques volcano-sédimentaires en concordance sous les calcaires compacts à Foraminifères. La microfaune a été déterminée par F. Chapman (Formation de Tasériké à Santo) qui attribue ces roches au Miocène inférieur. Des tufs andésitiques se trouvent aussi dans les îles Pentecôte et Maéwo, en concordance sous les calcaires compacts [Miocène inférieur (?) ou anté-Miocène (?)].

PÉRIODE ANTÉ-MIOCÈNE (OLIGOCÈNE PROBABLE)

Les dépôts de la formation de Tasériké ont probablement débuté à la fin de l'Oligocène. Et les tufs verts de Navaka (île Santo) se sont formés sous toutes réserves à l'Oligocène inférieur et moyen (?).

REPARTITION CHRONOLOGIQUE DES VENUES ERUPTIVES

Les venues éruptives reconnues sont au nombre de cinq dans l'Archipel des Nouvelles-Hébrides : les manifestations volcaniques actuelles ; les séries volcaniques du Quaternaire et du Tertiaire supérieur ; les roches grenues intrusives du Néogène ; la série volcanique ancienne.

MANIFESTATIONS VOLCANIQUES ACTUELLES

Trois *volcans aériens* sont actuellement en activité. Le plus important est le Mont Benbow dans l'île d'Ambrym ; viennent ensuite l'île Lopévi et le Mont Yasur dans l'île Tanna. Ils émettent principalement des cendres, mais parfois des coulées de laves basaltiques (basaltes labradoriques dans l'île d'Ambrym) et andésitiques (andésites labradoriques dans l'île Tanna) s'épanchent dans les fissures ouvertes sur les flancs des volcans.

A l'heure actuelle, des *éruptions sous-marines* se manifestent de temps à autres par l'émission de scories qui arrivent même à former des îles provisoires rapidement détruites par l'érosion marine (volcans sous-marins entre Epi et Tongoa et entre Epi et Lopévi).

En dehors des volcans aériens et sous-marins, l'archipel compte des *manifestations fumeroliennes* importantes dans l'île Vanua Lava, sur les flancs du Mont Seremat (solfatares) et des *manifestations hydrothermales* dans le lac de cratère de Gaua (Archipel des Banks), au sommet du cratère principal de l'île Aoba (émission de vapeur) et dans les îles Pentecôte, Epi et Vaté (sources thermales chaudes entre 45 et 100°).

SÉRIE VOLCANIQUE DU QUATERNAIRE (*Pléistocène supérieur probable*)

Un grand nombre d'îles de l'Archipel des Nouvelles-Hébrides compte des appareils volcaniques récents à peu près conservés. Les éruptions ont été marquées essentiellement par des épanchements basaltiques, mais il y a eu également quelques épanchements andésitiques. En allant du Nord au Sud, les principaux centres éruptifs du Quaternaire sont les suivants.

Le *groupe des Banks* est un des plus importants : île Uréparapara avec des basaltes porphyriques (D. Mawson), îles Mota et Valua avec des laves probablement basaltiques, île Vanua Lava avec des dacitoïdes labradoriques (E. Aubert de la Rüe et A. Lacroix), des andésites labradoriques (A. Lacroix), des labradorites à augite (A. Antstutz) et des basaltes augitiques à olivine (E. Aubert de la Rüe), île Gaua avec des labradorites vacuolaires et des basaltes à augite (E. Aubert de la Rüe).

L'île *Maéwo* n'a pas de volcan Quaternaire, mais des épanchements fissuraux ont emprunté des failles N-S avec des basaltes aphyriques bulleux et des basaltes labradoriques (E. Aubert de la Rüe).

L'île *Aoba* correspond à un « volcan en bouclier » édifié par un magma très basique représenté par des basaltes aphyriques bulleux et des basaltes porphyriques (dolérites) passant aux ankaramites et océanites (E. Aubert de la Rüe et A. Lacroix).

L'île *Paama* ne possède plus de volcans intacts, mais elle est constituée par un complexe volcanique comportant entre autres des basaltes porphyriques à plagioclase et d'autres riches en cristaux d'olivine (E. Aubert de la Rüe).

L'île *Epi* compte dans sa partie orientale un complexe volcanique du Quaternaire avec des dacitoïdes andésitiques et labradoriques et surtout des basaltes (E. Aubert de la Rüe).

Les îles *Shepherd*, avec l'île Tongoa au Nord, correspondent à des anciens volcans du Quaternaire comprenant des laves allant des andésites labradoriques aux basaltes francs (E. Aubert de la Rüe).

L'île *Maé* compte trois volcans alignés NW-SE avec des labradorites (E. Aubert de la Rüe).

Les îles *Makura* et *Matoso* sont des petits volcans isolés avec entre autres une dolérite (J. J. H. Teal).

Le groupe d'îles au Nord de Vaté est entièrement volcanique, avec les îles *N'gnuna* et *Pélé* alignées NW-SE comportant des andésites labradoriques (A. Lacroix), des labradorites (E. Aubert de la Rüe) et des basaltes à plagioclase, et l'île *Mau* avec des andésites hytownitiques (A. Lacroix).

Dans l'île *Erromango*, les deux volcans de la Pointe des Traîtres (partie orientale de l'île) se rattachent aux éruptions du Quaternaire (E. Aubert de la Rüe). Ils comportent des coulées à faciès basaltiques (E. Aubert de la Rüe) et des basaltes labradoriques (A. Lacroix).

Avec incertitude, E. Aubert de la Rüe rapporte aux éruptions du Quaternaire le volcan insulaire d'*Anatom*. Il comporte essentiellement des basaltes labradoriques (A. Lacroix), mais il existe également des dacitoïdes à hornblende (A. Lacroix) et des basaltes à olivine (E. Aubert de la Rüe).

En dehors des deux plus importantes îles du groupe des Banks et l'île Aoba, les volcans du Quaternaire se placent tous le long de l'arc frontal et les laves ont surtout un faciès basaltique.

SÉRIE VOLCANIQUE DU TERTIAIRE SUPÉRIEUR (*Pliocène moyen probable*)

La fin de l'ère tertiaire a été marquée par une forte recrudescence de l'activité volcanique caractérisée par des éruptions de nature intermédiaire entre les andésites franches et les basaltes francs. En effet, la plupart des centres éruptifs importants comportent des andésites labradoriques et des basaltes à plagioclase. Ces éruptions à caractère explosif ont donné d'énormes accumulations de matériaux pyroclastiques : tufs et brèches en partie sous-marines. Ailleurs, les épanchements se sont effectués dans des fractures et la structure en oreillers est fréquente. Les centres éruptifs du Tertiaire supérieur se situent dans les îles Santo, Mallicolo, Maéwo, Pentecôte, Epi, Vaté, Erromango et Tanna.

A *Santo*, des épanchements probablement pliocènes s'étendent tout le long de la partie ouest ; ils sont représentés par des tufs andésitiques stratifiés sous-marins détritiques (formation de Wailapa), des brèches, des agglomérats et des tufs massifs andésitiques et basaltiques plus ou moins traversés par des pointements et des dykes d'andésites labradoriques à augite, puis de basaltes à plagioclase parfois doléritiques (Formations de Bayalo).

A *Mallicolo*, E. Aubert de la Rüe attribue au Pliocène les formations volcaniques puissantes de la partie sud représentées par des tufs andésitiques stratifiés, des brèches, des agglomérats et des tufs massifs andésitiques et basaltiques et par des coulées, pointements et dykes de laves andésitiques et basaltiques.

A *Pentecôte* et *Maéwo*, des épanchements probablement pliocènes se sont effectués dans des failles structurales N-S et E-W et la masse des laves comporte souvent la structure en oreillers. Elles sont représentées par des basaltes à plagioclase doléritiques. A *Maéwo*, il existe également quelques épanchements fissuraux de basaltes à augite et olivine.

Dans la partie ouest de l'île *Epi*, les éruptions volcaniques du Pliocène ont donné de puissantes formations de tufs dacito-andésitiques, des grandes accumulations de brèches, et des coulées de dacites et d'andésites (E. Aubert de la Rüe et A. Lacroix).

Dans l'île *Vaté*, il y a eu probablement au Pliocène une grande accumulation de matériaux pyroclastiques sous-marins comportant des noyaux et des ponces de rhyolitoides à plagioclase (A. Lacroix) et de dacitoïdes à hypersthène (A. Lacroix), appelées par D. Mawson et par moi-même andésites à hypersthène. Ces roches n'ont, en effet, pas de quartz exprimé. Autre particularité, leur teneur en potasse est supérieure à celle de la soude, seul cas de ce genre aux Nouvelles-Hébrides. Il n'existe pas de coulée, ni de dyke de ces laves. Probablement au Pliocène également, un complexe volcanique aérien s'est formé sur la pointe NE de l'île ; il comporte des coulées de basaltes à plagioclase et des dykes de basaltes à augite et olivine.

Dans l'île *Erromango*, E. Aubert de la Rüe rapporte aux éruptions du Pliocène les deux grands massifs volcaniques composés essentiellement par des basaltes augitiques à la limite des andésites. Il existe également des basaltes porphyriques à olivine et pyroxène et des types moins basiques comme des andésites labradoriques à olivine et des dacitoïdes à hypersthène. Les matériaux pyroclastiques sont très importants et ils comptent quelques coulées interstratifiées à faciès basaltiques (E. Aubert de la Rüe).

A *Tanna*, toute la zone médiane est formée de tufs bréchoïdes andésitiques comportant quelques nappes de laves intercalées. Ces brèches andésitiques comprennent des enclaves avec entre autres une luscladite, une trachyte à plagioclase et une andésite oligoclasique (A. Lacroix). Il existe parfois des lits d'obsidiennes correspondant à des andésites oligoclasiques et, ailleurs, des blocs d'andésites andésiniques, laves émises encore actuellement par le volcan Yasur. Des enclaves grenues (gabbros à augite, dolérites et diorites) correspondent à des enclaves homéogènes comme celles comprises dans les formations volcaniques du Pliocène de la partie ouest de l'île d'*Epi* (E. Aubert de la Rüe et A. Lacroix). Dans la partie sud de l'île, les formations volcaniques sont représentées par des laves, mais les brèches d'explosion sont plus rares. Ces laves sont des basaltes et des andésites augitiques (E. Aubert de la Rüe).

ROCHES GRENUES INTRUSIVES DU NÉOGÈNE (*Miocène moyen et supérieur probables*)

Peu de temps avant les grandes éruptions volcaniques du Tertiaire supérieur, des granodiorites ou diorites sont venues injecter le cœur d'un anticlinal en formation dans la partie ouest de *Santo*. Ce batholite a provoqué au cours de sa mise en place un métamorphisme de contact qui a affecté les formations volcano-sédimentaires et sédimentaires antérieures (Oligocène à Miocène moyen). Ce métamorphisme n'a pas atteint les formations de Bayalo et de Wailapa datant probablement du Pliocène inférieur et moyen. Au contraire, on trouve dans les brèches de Bayalo des enclaves de roches grenues (vallée de la rivière Bayalo).

D'après les observations faites à *Pentecôte*, j'ai situé provisoirement l'intrusion des roches ultra-basiques et basiques (péridotites et gabbros au cours du Miocène, probablement au Miocène moyen. Il restera à préciser à l'avenir la structure intime de ce massif intrusif comportant une grande variété de roches allant des diorites quartziques (A. Lacroix) aux péridotites et serpentines en passant par les gabbros. Il y a même des amphibolites. La date de la mise en place peut être aussi bien l'Oligocène comme le pense E. Aubert de la Rüe que le Miocène supérieur ou le Pliocène si l'on fait un rapproche-

ment avec le massif intrusif de Santo, mieux connu, ou si l'on considère les roches grenues comme contemporaines des basaltes à structure en oreillers.

SÉRIE VOLCANIQUE ANCIENNE (Oligocène et Miocène inférieur probables)

Cette série s'étend probablement de l'Oligocène supérieur au Miocène inférieur. En effet, les tufs andésitiques datés du Miocène inférieur en font certainement partie. Les éruptions anté-miocènes sont caractérisées par une énorme accumulation de matériaux pyroclastiques (tufs et brèches) traversée par des pointements et des dykes d'andésites et de dacitoïdes à hornblende verte. Les tufs sont sous-marins ; ils ont donné des formations épaisses concordantes sous les calcaires à Foraminifères du Miocène moyen : formation de Tasériké à Santo, tufs andésitiques stratifiés de Lonororo à Pentecôte, tufs andésitiques stratifiés de Talisé à Maéwo et tufs dacitoïdes à Mallicolo (E. Aubert de la Rüe). En effet, des centres éruptifs anciens affleurent dans les trois îles : Santo, Mallicolo et Pentecôte.

A *Santo*, le centre éruptif se situe sous le Pic Santo, sur le bord ouest de la Boutonnière du Mont Woulouméré. Les laves comprennent essentiellement des andésites à hypersthène et augite à grands feldspaths non zonés. L'ourallitisation et le voisinage du batholite de roches intrusives ont transformé ces laves en dacitoïdes à hornblende verte (A. Lacroix) et en andésites à hornblende verte à feldspaths zonés. Tous les termes intermédiaires existent avec des andésites à hornblende, des andésites à hornblende et augite, des andésites à hypersthène et hornblende et des andésites à hypersthène, augite et hornblende.

A *Mallicolo*, les centres éruptifs connus se situent à l'Ouest de Norsup, le long de la rivière Nua et au cœur du pays Dirak, dans le haut de la rivière Aéninid. Là, affleurent des andésites porphyriques à hornblende, des dacitoïdes labradoriques et des brèches andésitiques à ciment calcaire résultant d'éruptions sous-marines (E. Aubert de la Rüe et A. Lacroix).

A *Pentecôte*, le centre éruptif ancien se situe au pied du Mont Wetmar avec un gros pointement entouré de brèches constituées par des andésites à hornblende verte. Les tufs andésitiques stratifiés ont pris une grande importance autour de ce pointement. Au Miocène inférieur (?), des intrusions d'andésites labradoriques sont montées dans les failles et les cassures à travers les tufs andésitiques.

A *Santo*, la série volcanique traverse et recouvre les tufs verts de Navaka, attribués sous toutes réserves à l'Oligocène inférieur et moyen. Cette série volcanique peut donc être considérée comme appartenant probablement à l'Oligocène et au Miocène inférieur.

OROGENIE ET TECTONIQUE

Aux Nouvelles-Hébrides, la géologie des îles Santo, Vaté, Pentecôte et Maéwo fait apparaître la notion de cycles orogéniques, cycles se répétant plusieurs fois au cours de l'évolution géologique des îles.

De la façon la plus simple, le cycle orogénique type se décompose comme suit :

— Une subsidence provoque la transgression de formations sédimentaires sur un socle en roches volcaniques (matériaux pyroclastiques). La sédimentation est détritique et elle donne des tufs volcano-sédimentaires stratifiés, andésitiques ou basaltiques suivant la nature du socle.

— La subsidence se poursuit et, par suite du recouvrement total du socle en roches volcaniques ou bien de la pénéplanisation des terres émergées, un changement de faciès intervient dans la sédimentation. Elle devient uniquement calcaire avec la formation de grandes épaisseurs de calcaires le plus souvent récifaux.

— Un exhaussement important vient ensuite ; il peut se produire de plusieurs manières : ou bien un horst d'exhaussement avec des effondrements et des basculements de compartiments compris entre des failles parallèles, ou bien des plissements avec la formation d'un anticlinorium ou d'un anticlinal simple.

— Des manifestations volcaniques accompagnent l'exhaussement et des roches volcaniques se répandent au dessus des formations sédimentaires.

A *Santo*, trois cycles orogéniques sont repérables dans la partie ouest : le plus ancien, correspondant à une période nettement anté-miocène, comprend les tufs verts de Navaka (sédimentation au cours de la subsidence) et les roches volcaniques de la série de Napérol (volcanisme intense au cours de l'exhaussement qui a suivi). Le deuxième cycle va probablement du début du Miocène au milieu du Pliocène. Il a débuté par la transgression des tufs andésitiques de Tasériki sur le socle en roches volcaniques de la série de Napérol. La subsidence se poursuivant, un changement de faciès intervient et les calcaires compacts de Mataï se déposent en concordance au dessus des tufs andésitiques de Tasériki. L'exhaussement se produit ensuite avec la formation d'un anticlinal simple et une intrusion de roches grenues acides (diorites et granodiorites) remplit le cœur de l'anticlinal. Le cycle se termine par l'émission des roches volcaniques de la série de Bayalo. Le troisième cycle commence avec la transgression des tuffeaux calcaires de Pialapa sur le socle en roches volcaniques de Bayalo, probablement au Pliocène supérieur. Il se poursuit avec l'apparition des calcaires coralliens de Papataï en concordance au dessus des tuffeaux calcaires, probablement au Pléistocène. Le cycle se termine par l'accentuation de l'anticlinal formé aux cycles précédents et son exhaussement le long d'un horst, probablement à la fin du Pléistocène, si l'on considère que l'ère quaternaire est divisé en trois époques : Pléistocène, Subactuel et Actuel. L'exhaussement du troisième cycle n'a pas été accompagné à Santo par des émissions de laves, mais il est marqué dans l'archipel par les manifestations volcaniques du Quaternaire. Dans la partie est de l'île, seuls sont visibles la fin du deuxième cycle (roches volcaniques de Napérol) et le troisième cycle (tuffeaux calcaires de Pialapa et calcaires coralliens de Papataï).

A *Maéwo* et *Pentecôte*, on retrouve les deuxième et troisième cycles ; les exhaussements se sont faits le long de failles dirigées N-S, sans plissement (horsts).

Par contre, dans l'île de *Vaté*, seuls sont visibles la fin du deuxième cycle (tufs ponceux massifs et roches volcaniques basaltiques du Fatmalapa) et le troisième cycle (tufs andésitiques stratifiés, tufs argiloïdes, calcaires coralliens et roches volcaniques basaltiques des volcans au Nord de l'île). L'exhaussement du troisième cycle s'est effectué en horst le long de failles concentriques.

En conclusion de cette étude, on peut affirmer que :

— Les îles de l' « Arc frontal » ou « Arc des serpentines » comportent deux cycles orogéniques, les deuxième (la fin seulement de ce dernier pour certaines îles) et troisième cycles. Les mouvements ascendants se sont produits à l'aide de horsts d'exhaussements le long de fractures N-S et E-W pour Maéwo et Pentecôte et de fractures concentriques pour Waté, elle à la rencontre des deux « Arcs ».

— Les îles de l' « Arc interne » ou « Arc des diorites » comportent trois cycles orogéniques et elles correspondent à des anticlinaux faillés en horsts le long de fractures grossièrement SE-NW.

COMPARAISON ENTRE LES ILES SALOMON ET LES NOUVELLES-HEBRIDES

Les îles Salomon se situent à l'Ouest de la ligne andésitique et, comme aux Nouvelles-Hébrides, il existe deux arcs bien distincts : l'*arc frontal* avec les îles Malaïta et Santa Ysabel et l'*arc interne* avec les îles Guadalcanal et New Georgia. Les deux arcs se réunissent au SE dans l'île San Cristobal. Ils ont une direction grossièrement NW-SE. L'arc situé le plus au Nord-Est est caractérisé par des intrusions de roches grenues ultrabasiques (île Santa Isabel) et ressemble à l'arc frontal des Nouvelles-Hébrides. L'arc du SE contient des roches grenues acides (granodiorites et diorites quartziques) et ressemble à l'arc interne des Nouvelles-Hébrides.

Pour mieux illustrer les ressemblances qui existent entre les Salomon et les Nouvelles-Hébrides, il est bon de comparer les îles d'un même arc : par exemple, les îles Santo et Guadalcanal pour l'arc interne et les îles Pentecôte et Santa Ysabel pour l'arc frontal. Les renseignements pétrographiques et stratigraphiques sur les îles Salomon ont été tirés de la publication de l'Université de Sydney (1957).

ILES SANTO ET GUADALCANAL (*Arc interne*)

La formation sédimentaire la plus ancienne de l'île Guadalcanal comprend les schistes verts à chlorites de la série de Sutamiki, sans doute peu différents de la série de Navaka (Oligocène ?). Au dessus, la série volcanique de Ségilou avec plus particulièrement des andésites à hornblende, des brèches andésitiques et des tufs andésitiques, est voisine des séries de Napérol et de Tasériki de Santo.

A Guadalcanal, les roches grenues sont représentées par les intrusions de granodiorites et diorites de la série de Poha. Comme à Santo, les roches grenues de Poha sont proches des pointements d'andésites à augite qui appartiennent probablement à la série de Ségilou. Jusqu'à présent, on n'a pas trouvé de roches de contact et les massifs intrusifs de diorites et granodiorites n'ont pas été datés.

Au dessus de ces formations sédimentaires, volcaniques et intrusives, des calcaires compacts à Foraminifères couvrent de grandes surfaces et sont attribués au Miocène inférieur et moyen : calcaires de Bonégi identiques à ceux de Mataï.

Des formations volcaniques puissantes, avec les brèches et les laves andésitiques et basaltiques de la série volcanique de Lunga, recouvrent dans l'île de Guadalcanal les calcaires de Bonégi. Ces formations comprennent des tufs (sandstones) andésitiques stratifiés : les tufs d'Umasani et ceux de Métanakau, attribués au Pliocène. D'après les descriptions faites dans la publication de l'Université de Sydney, ces formations paraissent identiques aux séries de Bayalo et de Wailapa de l'île de Santo.

Au dessus et en discordance, une série sédimentaire comprenant des tuffeaux calcaires coralliens affleure en arrière du centre administratif ; elle porte le nom de « Formations d'Honiara » et ressemble à la série sédimentaire comprenant les formations de Pialapa (tuffeaux calcaires) et de Papataï (calcaires coralliens surélevés).

Pour conclure, les principales formations des deux îles sont comparées dans un tableau récapitulatif (tabl. XVIII).

Age attribué aux Nouvelles-Hébrides	Ile Santo (Nouvelles-Hébrides)	Ile Guadalcanal (Iles Salomon)
Subactuel.	Formation de Luganville.	Plateformes littorales.
Pléistocène.	Série sédimentaire des formations de Papataï et Pialapa.	Formations d'Honiara.
Pliocène.	Série volcanique de Bayalo. Tufs andésitiques de Wailapa.	Série volcanique de Lunga. Tufs d'Umasani et de Métanakau.
Miocène.	Roches de contact de Napataura. Roches grenues de Patounaky (diorites et gabbros).	Roches grenues de Poha (âge encore indéterminé) avec granodiorites et dio- rites.
	Calcaires de Mataï. Calcaires compacts à Foraminifères.	Calcaires de Bonégi. Calcaires compacts à Foraminifères.
	Tufs andésitiques de Tasérikî (à rapprocher de la série de Napérol).	Série de Ségilou (tufs andésitiques).
Anté-Miocène. (Oligocène ?)	Série volcanique de Napérol (andésites à augite). Formation de Navaka (tufs verts ou grau- wackes).	Série volcanique de Ségilou (andésites à augite). Série de Sulakiki (schistes verts ou grauwackes).

TABLEAU XVIII. — Comparaison entre les formations des îles Santo (Nouvelles-Hébrides) et Guadalcanal (Iles Salomon) (Arc interne).

ILES PENTECOTE ET SANTA YSABEL (Arc frontal)

Dans l'île Santa Ysabel, comme dans l'île Pentecôte, les roches grenues ultrabasiqes : péridotites (harzburgites) et serpentines, sont bien représentées et accompagnées par des roches basiques feldspathiques : gabbros et pegmatites de gabbros avec presque toujours de la hornblende. Il existe également des amphibolites feldspathiques que les auteurs anglais considèrent comme les roches les plus anciennes. La date de l'intrusion de ces roches éruptives n'est pas connue, mais elle se place probablement entre le milieu et la fin de l'ère tertiaire.

Egalement, de puissants épanchements volcaniques fissuraux ont envahi des fissures structurales NW-SE et la structure en « pillow-lavas » est fréquente. Comme dans l'île Pentecôte, ces laves à structure en oreillers sont des basaltes doléritiques à plagioclase (labrador). L'âge de cette formation volcanique n'est pas connu, mais elle appartient certainement au Tertiaire supérieur.

Dans l'île Santa Ysabel, on rencontre aussi des formations sédimentaires représentées par des « mudstones », des tufs avec des débris d'andésites à hornblende, des calcaires compacts à Foraminifères et des tuffeaux calcaires. Ces derniers ont été étudiés en lames minces et les microfaunes découvertes attribuent une partie de cette formation au Miocène supérieur et au Pliocène inférieur.

Les formations du Pléistocène sont représentées par des calcaires coralliens surélevés, comme à Pentecôte.

Pour conclure, les principales formations des deux îles sont comparées dans un tableau d'ensemble récapitulatif (tabl. XIX).

Age attribué aux Nouvelles-Hébrides	Ile Pentecôte (Nouvelles-Hébrides)	Ile Santa Ysabel (Iles Salomon)	Age attribué par l'Université de Sydney
Quaternaire.	Calcaires coralliens sur- élevés.	Calcaires coralliens sur- élevés.	Quaternaire.
Pliocène probable.	Calcaires récifaux.		
Pliocène probable.	Série volcanique de basal- tes à plagioclase à struc- ture en « pillow-lavas ».	Série volcanique de basal- tes à plagioclase à struc- ture en « pillow-lavas ».	Tertiaire supérieur.
Miocène probable.	Calcaires compacts à Fo- raminifères avec des passages de tuffeaux calcaires à la partie supérieure de la série, attribués par analogie au Miocène.	Série sédimentaire compre- nant à la base des tufs andésitiques (mudstones et grauwackes), au-des- sus des calcaires com- pacts à Foraminifères et enfin des tuffeaux cal- caires.	Tertiaire supérieur : Mio- cène supérieur et Plio- cène inférieur.
Miocène moyen probable.	Roches ultra-basiques avec des roches basiques (gabbros).	Roches ultra-basiques avec roches basiques (gab- bros) et roches méta- morphiques (amphiboli- tes).	Tertiaire moyen et supé- rieur.
Anté-Miocène probable.	Tufs andésitiques. Série volcanique avec des andésites à hornblende et à labrador.		

TABLEAU XIX. — Comparaison entre les formations des îles Pentecôte (Nouvelles-Hébrides) et Santa Ysabel (Iles Salomon) (Arc frontal).

Manuscrit remis le 15 février 1958

SOCIÉTÉ
D'IMPRESSIONS
TYPOGRAPHIQUES

2, rue René-d'Anjou
Tél. 24-37-52 - NANCY

DEUXIEME THESE

Propositions données par la Faculté :

Le gisement de phosphate tricalcique de Makatéa

VU ET APPROUVÉ :

Nancy, le 30 mai 1958

Le Doyen de la Faculté des Sciences :

E. URION.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Nancy, le 31 mai 1958

Le Recteur de l'Académie de Nancy :

G. MAYER.

